LED 照明器具に関する課題と施工標準化の検討

平成 23 年 10 月　発行初版
平成 24 年 10 月　改訂 1 版
平成 25 年 10 月　改訂 2 版

一般社団法人　日本電設工業協会
技術・安全委員会

目　　次

1章　はじめに　Page- 1

2章　LED について　Page- 3
2.1　発光原理
2.1.1 発光のしくみ
2.1.2 高輝度 LED チップの種類と発光色
2.1.3 白色 LED モジュールの原理と主な方式
2.2　特徴　Page- 5
2.2.1 高信頼性・長寿命
2.2.2 対環境性
2.2.3 分光スペクトルと退色性及び誘虫性　Page- 6
2.2.4 色の再現性と演色性　Page- 8
2.2.5 発光効率　Page- 9
2.2.6 高輝度・高視認性　Page-10
2.2.7 周辺温度特性
2.2.8 高速応答性
2.2.9 点滅制御での優位性　Page-11
2.2.10　耐衝撃性
2.2.11　低出力時の効率特性
2.2.12　小型でコンパクト　Page-12
2.3　寿命
2.3.1 寿命の定義
2.3.2 劣化のメカニズム　Page-13
2.3.3 試験による評価　Page-14
2.4　省エネルギー性　Page-15
2.4.1 CO2 削減に向けた様々な方針・規制
2.4.2 器具組込み時の効率
2.4.3 光学制御により高い器具効率　Page-16
2.4.4 色温度と演色性と効率　Page-17
2.5　市場動向　Page-18
2.5.1 店舗照明分野　Page-19
2.5.2 オフィスビル分野
2.5.3 屋外照明分野　Page-20
2.5.4 住宅照明分野

2.5.5 その他分野 page-20

3章 ランプ及び器具について Page-21
各社の代表的なベースライト形、ダウンタイト形、投光器形、 Page-23
高天井形の LED 照明器具
3.1 LED 照明器具 Page-31
3.1.1 ベースライト形
3.1.2 ダウンライト形
3.1.3 シーリングライト形
3.1.4 スポットライト形
3.1.5 投光器形 Page-32
3.1.6 高天井形
3.1.7 屋外灯
3.1.8 防災照明 Page-34
3.1.9 アンケートによる器具の種類 Page-35
3.2 LED ランプ Page-36
3.2.1 直管形 LED ランプについて Page-37
3.2.2 直管形 LED ランプ（従来品と構造的に互換性を有するタイプ） Page-38
3.2.3 直管形 LED ランプ（従来品と非互換性のタイプ） Page-40
3.2.4 電球形 LED ランプ
3.3 制御装置 Page-41
3.4 調光装置 Page-42
3.4.1 パルス幅制御（PWM 調光制御）
3.4.2 振幅制御（位相調光制御） Page-43
3.4.3 配線及び制御信号方式 Page-44
3.4.4 今後普及が期待される制御信号方式 Page-45

4章 現状と課題 Page-48
4.1 器具総合効率の向上
4.2 高輝度（グレア）について Page-49
4.3 価格について Page-50
4.4 更なる長寿命化について
4.5 演色性について Page-51
4.6 ノイズについて Page-53
4.7 高調波について Page-55
4.8 色のばらつき Page-56

4.9　フリッカ及びちらつき　Page-57

5章　関連法規・規格との整合性と動向　Page-58
5.1　適用する法規・規格及び基準の概要
5.2　電気事業法及び電気設備技術基準との関係　Page-60
5.3　電気用品安全法と LED ランプ・LED 照明器具に関する改正　Page-61
5.4　日本工業規格（JIS）　Page-64
5.4.1 JIS（日本工業規格）に於ける安全性能事項　Page-65
5.4.2 JIS（日本工業規格）に於ける性能要求事項　Page-70
5.5　JNLA 制度　Page-74
5.6　日本電球工業会規格（JEL）及びガイドライン　Page-75
5.6.1 日本電球工業会規格 （JEL801：2010）
－L 形ピンロ金 GX16t-5 付直管形 LED ランプシステム（一般照明用）－

5.6.2 日本電球工業会規格 （JEL802：2012）
－くぼみ形コンタクトロ金 R4 付直管形 LED ランプシステム（一般照明用）－
Page-77
5.6.3 電球形 LED ランプの型式付与方法及び
電球形 LED ランプ性能表示等のガイドライン　Page-78
5.7　日本照明工業会（JLMA）の性能要求指針　Page-79
5.8　不当景品類及び不当表示防止法について　Page-80
5.9　LED 照明器具の導入促進に関する法律
5.9.1 低炭素投資促進法
5.9.2 グリーン購入法
5.10　導入補助及び助成事業　Page-81
5.10.1　エネルギー使用合理化事業者支援事業
5.10.2　環境関連投資促進税制（グリーン投資減税）
5.10.3　地方公共団体における導入補助・助成事業　Page-82
5.11　LED 照明のトップランナー基準
5.12　国際規格化の動き　Page-84
5.12.1　直管 LED ランプの国際標準の動向について
5.13　海外の動向　Page-85
5.13.1　米国の標準化の動きと米国エネルギー省(DOE)のレポート(CALiPER)
5.13.2　欧州における標準化の動きと照明器具工業会のレポート
5.13.3　韓国の規格化の動き
5.13.4　台湾の規格化の動き　Page-86

5.13.5　中国の規格化の動きと認証制度　Page-86

6章　設計・施工での留意点　Page-87
6.1　器具・ランプでの留意点　Page-88
6.1.1 器具・ランプの使用上の注意点
6.1.2 制御装置と LED モジュールの適合性　Page-89
6.1.3 直管 LED ランプ
（従来品と構造的に互換性を有するタイプ）使用時の注意点
6.1.4 直管 LED ランプ
（従来品と非互換性のタイプ）使用上の注意点　Page-91
6.1.5 電球形 LED ランプ使用時の注意点　Page-92
6.2　器具を改造する場合の留意点　Page-94
6.2.1 器具を改造した場合の補償責任
6.2.2 認定・評定及び検定品の改造
6.2.3 器具を改造する場合の注意点
6.3　設計前に留意すべき点　Page-95
6.3.1 設計時の注意点
6.3.2 配線設計時の注意点　Page-99
6.3.3 調光スイッチ、点滅スイッチ等回路設計での注意点　Page-101
6.4　施工前に留意すべき点　Page-103
6.4.1 放熱対策
6.4.2 静電気対策　Page-104
6.4.3 器具接続での注意点　Page-105
6.4.4 屋外で使用する場合の注意点
6.4.5 耐震支持及び重量対策　Page-106

7章　設計と施工の実務　Page-110
7.1　設計の実務　Page-111
7.1.1 LED 照明の照度計算　Page-112
7.1.2 JIL5004「公共施設用照明器具」2013 年版の改定概要　Page-114
7.1.3 設計の実例
7.2　施工の実務　Page-119
7.2.1 工事決定・工事着手
7.2.2 現場施工計画　Page-120
7.2.3 購買・資材管理計画
7.2.4 機器搬入　Page-121

7.2.5 試験・検査 Page-122
7.2.6 アフターフォロー Page-124
7.3 照明工事のフローとチェックシート Page-125
7.3.1 新築工事のフロー
7.3.2 改修工事のフロー Page-126
7.3.3 更新工事におけるチェックシート Page-127

8章 おわりに Page-140

参考資料-1：(一社)日本電球工業会（現：(一社) 日本照明工業会）
水銀に関する条約の制定について Page 資-1

参考資料-2：
『直管蛍光ランプ形 LED』と弊社照明器具との組み合わせについて Page 資-3

参考資料-3：経済産業省製品安全課
事故事例等を受けた電気用品安全法の政省令改正について Page 資-4

参考資料-4：経済産業省商務流通グループ製品安全課
電気用品安全法施行令の一部を改正する政令について Page 資-6

参考資料-5：経済産業省商務流通グループ製品安全課
直管型 LED ランプを専用に使用する灯具に対する技術基準要求について Page 資-7

参考資料-6：消費者庁
一般照明用電球形 LED ランプ販売業者 12 社に対する
景品表示法に基づく措置命令について Page 資-8

参考資料-7：
天井材への荷重負担について Page 資-10

参考資料-8：
L 型ピン口金 GX16t-5 規格の交換ユニットを使用した器具改造（例） Page 資-11

参考資料-9：

安全チェックシート（施設用 LED 照明器具用）（案）　Page 資-13

一般社団法人　日本電設工業協会　技術・安全委員会

LED 照明器具取付標準化ワーキング

主査	齋藤　芳栄※	㈱九電工
	渕上　義弘	㈱九電工
委員	今村　直大※	日本電設工業㈱
	早坂　　理※	日本電設工業㈱
	川上　浩稔	日本電設工業㈱
	内田　隆一	三機工業㈱
	重共　誠一	㈱関電工
	橋本　継夫	㈱関電工
	渡辺　一司※	住友電設㈱
	谷沢　治之	住友電設㈱
事務局	種部　恵三	(一社)日本電設工業協会
	野々村　裕美	(一社)日本電設工業協会
	遠藤　衡樹	(一社)日本電設工業協会

※印は、前任者を示す

1章　はじめに

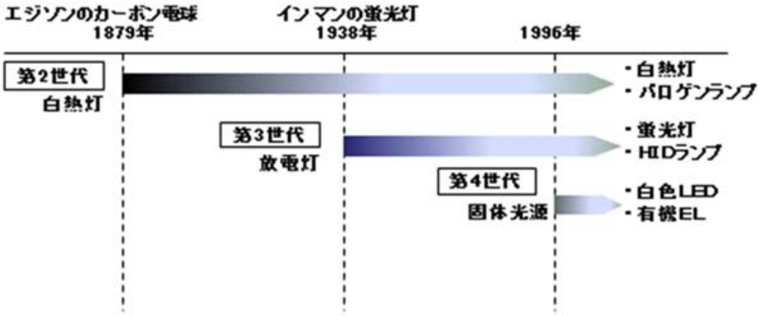


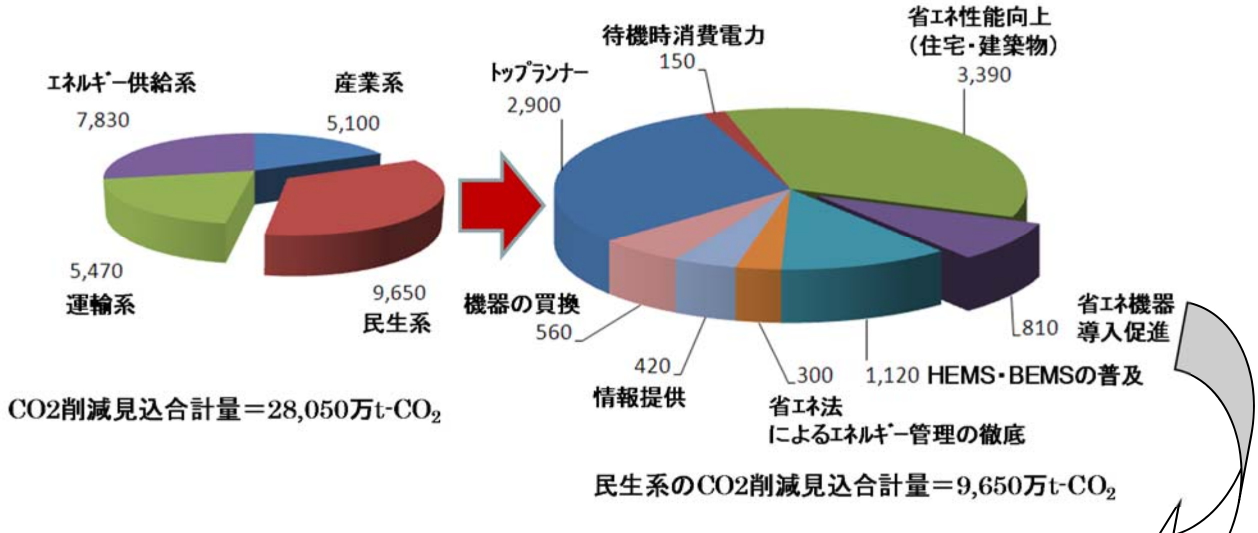
図-1.1.1　照明用光源の歴史と LED 照明

光源の歴史は図-1.1.1 に示すように、第 1 世代の蠟燭、石油ランプ、ガス燈から 1879 年に第 2 世代の白熱灯、更に 1938 年に第 3 世代の放電灯と繋いで、そして 1996 年に従来の白熱灯や蛍光灯・放電灯に代替可能な固体照明として、第 4 世代の白色 LED が誕生した。

白色 LED は“21 世紀のあかり”と言われ、誕生以来 14 年が経過しようとしているが、ここ 1～2 年の進歩は目覚ましいものがあり、急速に市場に広がる様相を見せている。

また、白色 LED を使用した LED 照明は、京都議定書で示された CO_2 削減の数値目標とも密接な関係がある。図-1.1.2 に示すように『高効率照明の採用で 340 万 t-CO_2 の削減』の目標数値は、従来の白熱電球を LED 照明又は高効率蛍光灯に置換える事により達成可能であるとされ、官民共に LED 照明の導入検討を進めてきた経緯がある。

注記.　白熱灯器具の年間消費電力量は 1,300,000 万 kWh／年であり、これを CO_2 排出量に換算すると 507 万 t-CO_2／年（CO_2 換算に当たっては環境省資料（平成 18 年 6 月）の数値 0.39kg-CO_2／kWh を採用）になる。これを LED 照明等、高効率で省エネ性の高い照明器具に置換える事により、その内の 85%にあたる 430 万 t-CO_2 の削減が見込まれており、削減目標の 340 万 t-CO_2 を十分達成する事になる。



※. 省エネ機器導入促進により CO2 排出削減量 810 万 t-CO2 を見込む。その内高効率照明器具及び LED 照明の導入により 340 万 t-CO2 を見込む。

出典：エネルギー起源 CO2 排出量に関する京都議定書の目標について
「2010 年エネルギー起源 CO2 排出量見通しの再計算」（国土交通省ホームページより）

図-1.1.2　京都議定書の CO2 削減目標と LED 照明器具の関係（記載数値単位：万 t-CO_2）

また、国の新成長戦略とエネルギー基本計画（平成 22 年 6 月 18 日閣議決定）の中で、高効率次世代照明（LED 照明、有機 EL 照明を）を 2020 年までに、公的設備・施設に対して 100%の導入率を達成する方針が出された。このような背景の中、今まで照明とは関係の少なかった半導体・電子部品分野等、国内・海外を含め幅広いメーカーが照明分野に参入してきており、安全性・品質等、標準化が早急に求められているところである。

エンドユーザーに一番近い存在である(一社)日本電設工業協会においても、LED 照明に関する課題と検討事項を認識して対応して行く必要があるとし、平成 22 年 4 月に技術・安全委員会の中に LED 照明器具取付標準化ワーキングを立ち上げた。ワーキングでは、照明器具・ランプ等の関係諸団体並びに製造業者と意見交換の場を持ち、また、当協会の各会員企業の協力を仰ぎながら作業を進め、広く LED 照明を理解してもらうために、平成 23 年 10 月に『LED 照明器具に関する課題と施工標準化の検討報告』と題して施工標準化に向けた報告書を纏めた。今回は、平成 24 年 10 月改訂に引き続いての改訂であるが、LED ランプや LED 照明器具が採用されるケースが増えていることを踏まえて、計画・施工時の参考書として利用できればと改訂したものである。

本編では第 2 章から第 5 章で LED 照明に関する基礎編として、その特徴、器具の種類、現状の課題及び関連法規・規格の動向等について、一般的な内容を中心に記述し、第 6 章以降は設計・施工編として、第 6 章では留意する点や検討する事項を記述し、第 7 章では施工標準化を目的とした実務編としてチェックシートを盛込み、工事の参考となるような内容を中心に記述している。

用語の整理

LED と言っても幅広い意味を持つため、本編では LED 関連用語の使い分けを下記の通りとした。

(1) **LED チップ**

発光ダイオードそのものを表し、LED 単体を示す。

(2) **LED モジュール**

1 つの光源として取り扱えるよう LED 単体を基板等に実装するか、又は複数の LED チップを配列して機械的、電気・電子的、光学的構造部品を含む要素で構成して光源とされるユニット又は集合体をいう。

(3) **LED ランプ**

LED モジュールが組込まれた製品で、口金を備え安定的に点灯動作ができる物をいう。点灯動作に必要な付加装置を内蔵する物（制御装置内蔵形 LED ランプ）が一般的である。

(4) **LED 器具又は LED 照明器具**

LED モジュールからの光を分配、透過又は変化させ、且つ LED モジュールまたは LED ランプを支持し、固定し、保護するために必要な部材と制御装置（電源）に接続するために必要な回路を持つ装置。LED モジュールと一体となった器具と LED ランプ分離の器具がある。

2 章　LED について

2.1　発光原理

LED とは発光ダイオード（Light Emitting Diode）と呼ばれる半導体のことで、これまでの白熱ランプや蛍光ランプ・HID ランプと異なり、物質に与えた電気エネルギーが直接光に変わる新しい仕組みを持つ光源である。本文では一応知識として知っておきたい基本事項を簡単に述べる。

2.1.1　発光のしくみ

LED チップは電子が余った状態にある n 型半導体と電子が不足している（この状態を正孔と呼ぶ。）p 型半導体を接合させた構造を持つデバイスで、電圧を印加することにより接合面（ジャンクション）で電子と正孔が再結合するが、結合する際にエネルギーが光や熱に変換される。その際エネルギーレベルの差に応じて光の波長は変化する。エネルギーレベルの差をバンドギャップ（禁制帯）と呼ぶが、その幅は半導体の材質により変化する。図-2.1.1 に電子と正孔の再結合及びエネルギーレベルの差と光の波長の関係を示す。

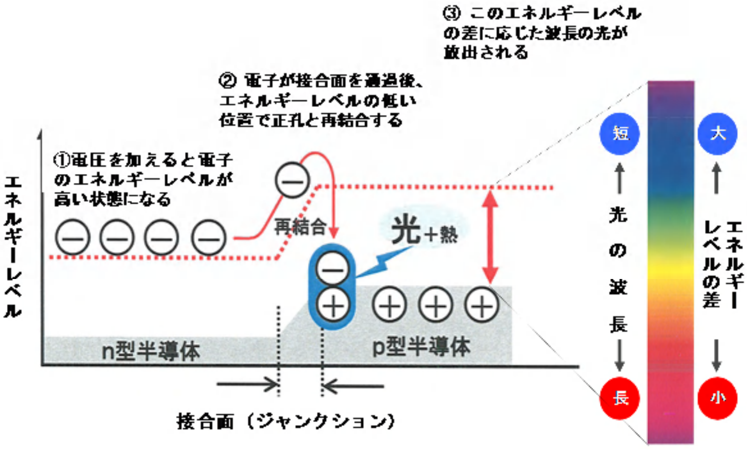


図-2.1.1　電子と正孔の再結合及び
エネルギーレベル差と光の波長

2.1.2　高輝度 LED チップの種類と発光色

LED チップは材質により、様々な発光色を実現することができる。例えば赤色 LED チップは GaAsP 素子（ガリウム砒素リン）であり、青色 LED チップは InGaN 素子（インジウム窒素ガリウム）である。

図-2.1.2 に LED チップの材質と発光色の関係を示す。InGaN 素子は近紫外（365nm）～赤（620nm）まで発光可能であるが、長波長では効率が低下するため、緑（520nm）までしか利用されておらず、これを超える波長の橙（590nm）～赤（635nm）は 4 元混晶系※1 の AlInGaP 素子等が使用されている。

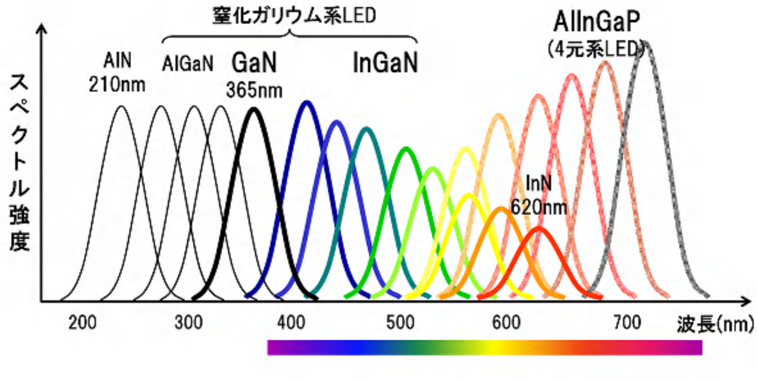


図-2.1.2　LED チップの素子材料と発光色の関係

注記.※1　4 種類以上の元素を組み合わせた半導体のことで、AlInGaP はアルミニウム（Al）、インジウム（In）、ガリウム（Ga）、リン（P）の 4 元素の化合物半導体である。

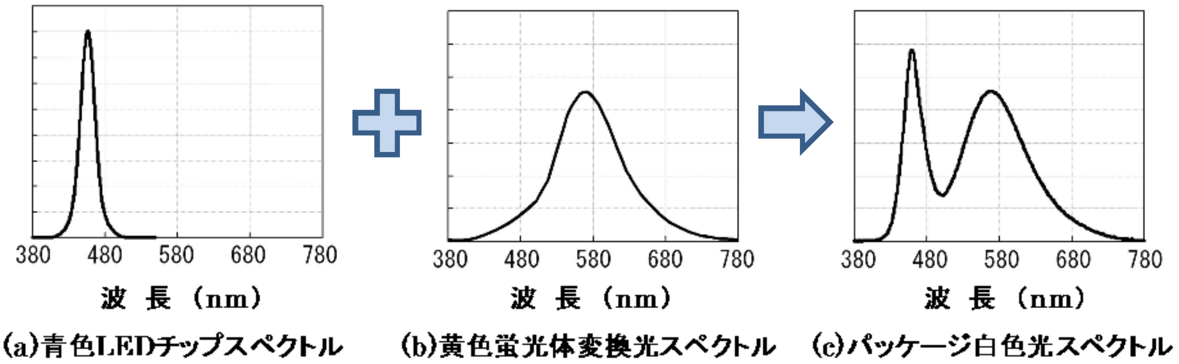
2.1.3　白色 LED モジュールの原理と主な方式

LED チップで白色光を実現する構造・方式には、蛍光体による発光励起する励起方式と LED チップが発する光を混合する混光方式が代表的な方式である。表-2.1.1 に励起方式 3 種類と混光方式 2 種

類を示す。各々メリット、デメリットを表に示すが、効率が良く、信頼性の高い蛍光体が実用化されるようになり、白色 LED モジュールには励起方式が主として採用されている。

(1)　青色の LED チップにより、黄色蛍光体を光らせる方式

この方式は、LED チップの青色光とその光で励起される補色の黄色を発光する蛍光体の組み合わせにより白色を得る方式で、5 方式の中で一番高効率であり、大きな光束を得られることから主流になっている。図-2.1.3 に LED チップが発光する 460nm の青色光スペクトルと、その光の照射を受け励起される幅広い黄色系の発光励起スペクトル（約 560nm に発光ピークを持つ）の組み合わせで作る白色光スペクトルを示すが、青白く冷たく感じる白色で、色温度の高い昼光色・昼白色・白色に適しているが、温白色・電球色等の色温度の低い温かみのある白色を実現することが難しく、発光赤色領域の不足を指摘されていたが、最近はサイアロン蛍光体の開発等で、発光ピーク位置を移動するなどの方方法により赤色や青緑色を補った改良型が最近開発されている。



参考文献：宮崎康弘,下田則和,藤原興起,葛原一功,横谷良二,森哲,「高出力・低色度ばらつき LED パッケージ製造法」,p10,松下電工技報(vol.55　No.2)

図-2.1.3　青色の LED チップと黄色蛍光体の組合せで作る白色光スペクトル

(2)　青色の LED チップにより、緑色、赤色蛍光体を光らせ、青／緑／赤の三原色を作る方式

青色 LED チップの発する青色光と、赤色蛍光体・緑色蛍光体による発光励起の三原色混光により、幅広い色温度の白色を作り出す方式で、高い平均演色評価数を得ることが出来る。赤色蛍光体や緑色蛍光体による発光励起する方式は、効率や耐久の面で難点があったが、サイアロン蛍光体等の効率が良く、信頼性の高い蛍光体が実用化されるようになり、白色 LED 用蛍光体として広く採用されるようになってきている。

(3)　近紫外又は紫色の LED チップにより、赤色・緑色・青色の蛍光体を光らせる方式

3 波長形蛍光灯ランプと同じ発光方式で、青色よりも波長の短い近紫外又は紫色の LED チップを用い、赤・緑・青色の蛍光体を励起させる方式で、平均演色評価数が高く、色味が自然で物を見えやすくする白色光を得ることができる。この方式では LED チップの発光波長が変化しても、蛍光体による発光励起のバランスは変化しにくいので、色のばらつきを小さく管理できる特長がある。

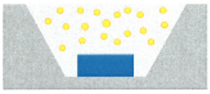
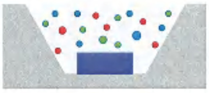
(4)　色の LED チップ（赤色・緑色・青色）を組み合わせる方式

見た目には白色光が得られる方式で光を直接見せるディスプレイや大型映像装置に向いているが、放射エネルギーのない波長域があり、物の見え方が不自然になることがあるため、物を照らす照明用途には不向きである。従って、三原色を制御して様々な光を演出する等、特殊な用途に使用することが主として考えられる。

(5)　補色となる 2 色の LED チップ（赤色・青緑色）を組み合わせる方式

3 色の LED チップに比べて回路構成はやや簡単になるが、3 色の LED チップと同様な特性があり白色 LED モジュールには不向きである。但し、3 色 LED に比べると特性が劣るものの、光を制御する用途には適している。

表-2.1.1　白色 LED モジュールの主な方式と比較

方式		イメージ図	特徴					備考
			色再現性	色安定性	調色性	明るさ	コスト	
励起方式（短波長LED＋蛍光体）	(1) 青色LED ＋ 黄色蛍光体		△	△	△	○	○	● 現在の主流方式。 ● 蛍光体の塗布量等により色バラツキが目立ちやすい。 ● 演色性の改善形も出始めている。
	(2) 青色LED ＋ RG蛍光体		△～○	○	○	△	○	●高演色性が最大のメリット。 ●効率は"青色LED＋黄色蛍光体"方式より劣るが、RGB3蛍光体による(3)方式より、効率は優れている。 ●LEDモジュールの開発が進んでおり、演色性と高効率を併せ持つモジュールの製品化が待たれる。
	(3) 紫色(近紫)LED ＋ RGB蛍光体		△～○	○	○	△	○	●(2)方式以上の高演色性が可能な方式。 ●近紫外線LEDの発光効率が低く、実用化されているものの効率は"青色LED＋RG蛍光体"方式より劣る。 ● 寿命の改善が課題。
混光方式（三原色　補色）	(4)R-G-B 3色LEDの混合		△	△	○	△	×	● 各色LEDのバラツキ抑制が必要。(白色にした場合の色バラツキが目立ちやすい) ●LEDの色によって点灯電圧が異なるため、回路構成が複雑になる。 (LED順電圧Vfは赤のみ2V台で青・緑は3V)
	(5)補色となる 2色のLEDの混光 (青緑色LED＋ 赤色LED)		△	△	○	△	△	

2.2　特徴

2.2.1　高信頼性・長寿命

LED チップは熱対策がなされた場合は、基本的に半永久的な寿命を持つため、LED モジュールの寿命は、封止樹脂やパッケージ材料等の耐久性で寿命が決まってくる。通常の LED モジュールで数万時間（40,000 時間超過）※2 の寿命を持つ。これは白熱灯と比較して約 10～20 倍長く、蛍光灯との比較では 3～4 倍の長さに相当する。

注記．※2　(社)日本電球工業会の標準仕様書 TS C 8153「照明用白色 LED 装置性能要求事項」に、製造者はこの規定に則って製造することが求められている。

2.2.2　対環境性

LED チップは化合物半導体素子と樹脂、金属電極にて構成されており、水銀灯や蛍光灯のように水銀等の RoHS 指令※3 における有害物質を使用していないため、環境性に優れている。但し、赤色 LED チップ等には GaAs 系材料が使用されているため、毒性有害物質のヒ素（As）を含む半導体として疑問視されているが 450℃以下では安定した物質であり問題ないとされている。最近は GaAs 基板を除去し、他の材料に貼り合わせる技術開発も進んでいる。

水銀については、国連環境計画※4 で水銀汚染防止に向けた水銀条約（国際的な水銀規制に関する新条約）を制定するための政府間交渉委員会が定期的な開催され、ジュネーブで開催された第 5 回会合

（2013 年 1 月 15 日~18 日）で条文案が合意された。この中で水銀を含むランプ（一部を除く）の製造・輸出入が 2020 年以降禁止となった。対象品及び内容については参考資料-1（別紙）を参照のこと。

注記. ※3　RoHS は、電子・電気機器における特定有害物質の使用制限についての欧州連合(EU)による指令であり、水銀は特定有害物質に指定されている。

※4　国際連合環境計画は、国際連合の機関として環境に関する諸活動の総合的な調整を行なうと共に、新たな問題に対しての国際協力を推進することを目的としている。

2.2.3　分光スペクトルと退色性及び誘虫性

白色 LED モジュールの発光域は図-2.2.1 の分光スペクトル図に示すように、大半が可視光域にあり、白熱電球や蛍光ランプのように 780nm 超過の赤外線域の光は僅かしか含まない。このため展示商品の熱劣化を抑えることが出来て※5、生鮮食品等の照明器具として最適である。同様に 380nm 以下の紫外線域の光についても僅かしか発光しないため、展示物の紫外線劣化を嫌う美術品や博物館等の照明器具としても期待されている。また、図-2.2.3 に虫の視感度スペクトラムを示すが、虫が集まりやすい 250nm～420nm のスペクトラムについても発光が少ないため、誘虫性の低い照明器具としても期待されている。

注記. ※5　LED モジュールから発生する熱が、器具本体に伝導し輻射熱が発生するため、被照射体への熱は僅かであるが発生する。

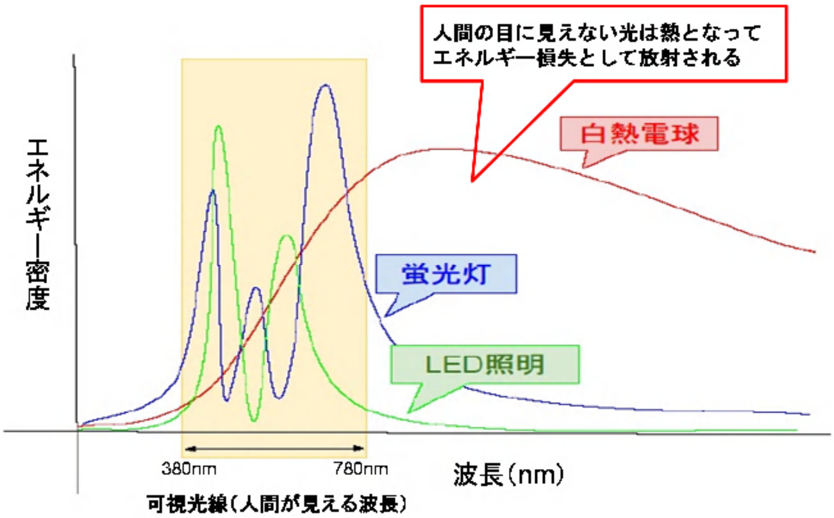


図-2.2.1　LED 照明・蛍光灯及び白熱電球の分光スペクトルとエネルギー密度

(1)　LED による退色について

LED 照明は図-2.2.1 の分光スペクトルに示すように、380nm 以下の紫外線域の光をほとんど含まないため、退色はないと思われがちであるが、可視光によりわずかであるが被照射物が退色する。LED による退色の程度は図-2.2.2 の各種光源の損傷指数に示すように、白熱電球（レフランプ形）や美術館・博物館用蛍光ランプなどと同等である。退色は照射する明るさ（照度）に比例して起こりやすいため、被照射物の照度を下げる、なるべく被照射物との距離を離す、調光などで光量を落として使うなどの配慮が必要である。また、色温度が高いほど退色しやすい傾向にあるので、退色を嫌う被写体を LED 照明で照射する場合は、電球色など色温度の低い暖色系を採用するなどの配慮が必要である。

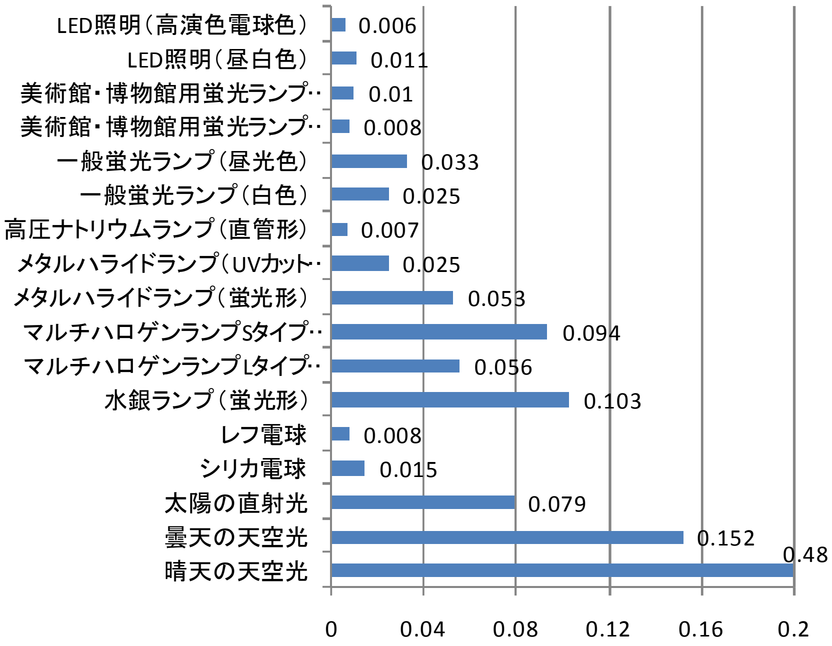


図-2.2.2　各種光源の損傷指数（メーカー資料より）

(2)　誘虫性について

人間の目は、図-2.2.3 の虫と人間の視感度と分光スペクトラムに示すように、約 550nm 付近の光(黄緑色)を最もよく感じ、それに対して虫は約 360nm 前後の光(紫外線)を最もよく感じる。従って、紫外線を効果的に発光させたり、紫外線をカットすることで、虫をおびき寄せたり、寄り付きにくくできると云われている。逆に紫外線が少ない光の中では虫には暗く見え、寄り付きにくい明かりと言える。一方、人間の目は主に紫外線以外の可視光 380～780nm の範囲を光として感じるため、紫外線をカットしても明るさにはほとんど影響がない。LED 照明は大半の光が可視光内にあり、紫外線をほとんど含まないため、明るさはそのままに虫の誘引を抑制することができる。表-2.2.1 に各光源の誘虫性を示すが、LED ランプは白色・電球色共に低誘虫ランプとして開発された純黄色蛍光灯（イエローランプ）に近い誘虫性になっている。

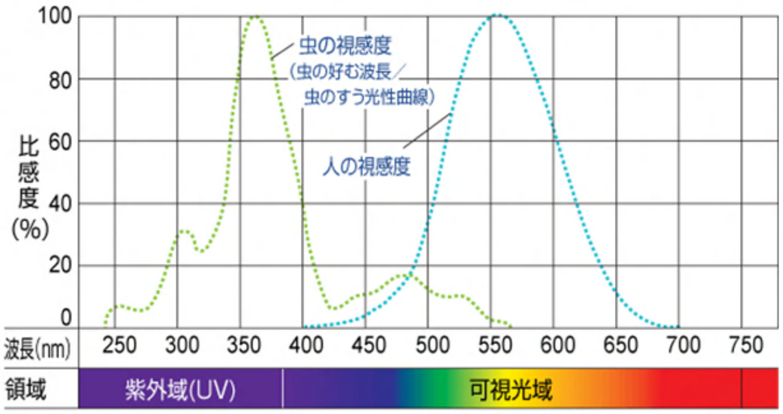


図-2.2.3　虫と人間の視感度と分光スペクトル
（岩崎電気㈱ホームページ）

表-2.2.1　各光源の色温度、演色性及び誘虫性(%)

光源の種類	色温度(K)	演色性(Ra)	誘虫性(%)
高圧ナトリューム	2,100	25	35
純黄色蛍光ランプ			8
三波長蛍光ランプ（電球色）	3,000	84	80
三波長蛍光ランプ（昼白色）	5,000	84	118
三波長蛍光ランプ（昼光色）	6,700	84	156
白色蛍光ランプ	4,200	63	89
温白色蛍光ランプ	3,500	59	105
昼光色蛍光ランプ	6,500	77	141
白熱電球	2,850	100	100
マルチハロゲン灯	6,500	77	135
美術館・博物館用蛍光ランプ	3,000	95	71
虫よけ蛍光ランプ	2,750	86	49
LEDランプ（白色）	4,200	80	17
LEDランプ（電球色）	3,000	80	10

出典：森田雅明,洞口公俊,「照明と生物」,J.IEIE.Jpn. Vol.18 No.11

2.2.4　色の再現性と演色性

LED モジュールは狭い発光スペクトルを持つことから、色の純度が高く様々色の再現が可能であると言われているが、一般照明用に使用される白色 LED モジュールは、青色 LED 素子と黄色蛍光体の組合せが主流であるため、表 2.2.2 に示す演色評価試験色※6 の内 R8～R10 の暖色系の演色評価数が低い傾向にあった。しかし、最近では RGB の蛍光体を織り交ぜる等の技術が進み、図-2.2.2 に示す高演色 LED ランプ（平均演色評価数 Ra92）のように、R1～R15 まで演色評価数がほぼ均等に高い数値を得る高い演色性の LED 照明器具も出現し、様々な色の再現性の高い LED 照明器具も開発されるようになってきている。

注記. ※6　平均演色評価数 Ra は、表-2.2.2 の演色評価数の計算に用いられる 15 試験色の内 R1～R8 までの 8 試験色を平均演色評価用とし、対象となる光源と自然光（基準光）で照明した時の色ずれの大きさを数値化したものであり、その平均値としてあらわされる。基準光で見た時を 100 とし、色ずれが大きくなるに従って数値が小さくなる。

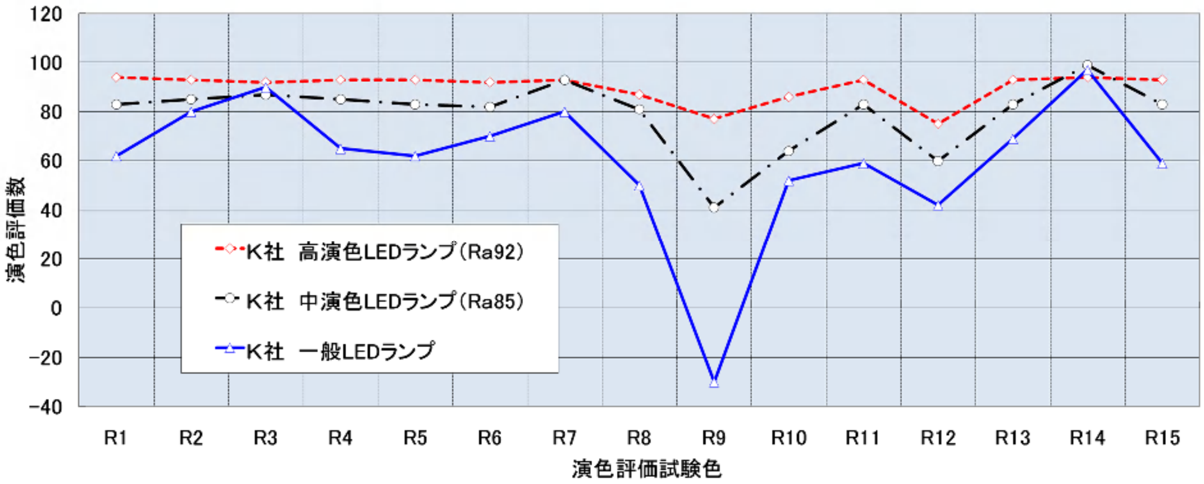


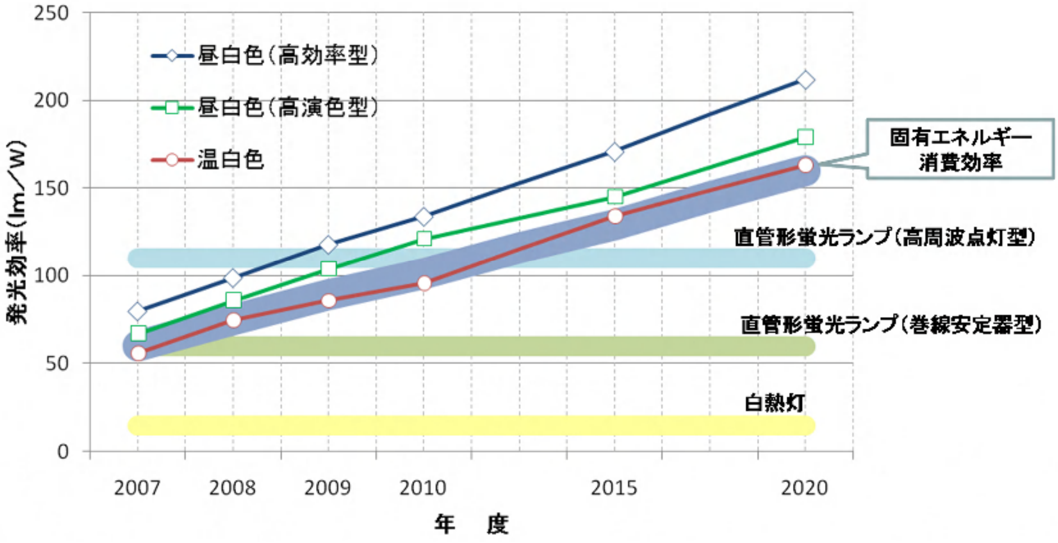
図-2.2.2　高演色性 LED 照明器具の演色評価数グラフ

表-2.2.2　演色評価数の計算に用いられる色

区分	演色評価数	近似的 マンセル記号	昼光下の色の見え方
平均演色評価用	R_1	7.5R 6/4	Light grayish red
	R_2	5Y 6/4	Dark grayish yellow
	R_3	5GY 6/8	Strong yellow green
	R_4	2.5G 6/6	Moderate yellowish green
	R_5	10BG 6/4	Light bluish green
	R_6	5PB 6/8	Light blue
	R_7	2.5P 6/8	Light violet
	R_8	10P 6/8	Light reddish purple
特殊演色評価用	R_9	4.5R 4/13	Strong red
	R_{10}	5Y 8/10	Strong yellow
	R_{11}	4.5G 5/8	Strong green
	R_{12}	3PB 3/11	Strong blue
	R_{13}	5YR 8/4	西洋人の肌色（Light yellowish pink）
	R_{14}	5GY 4/4	木の葉の色（Moderate olive green ）
	R_{15}	1YR 6/4	日本人の肌色（JISのみの規格）

2.2.5　発光効率

白色 LED モジュールにおいて、ベースである青色 LED チップの発光効率の向上や、LED モジュールの放熱技術の向上により、図-2.2.3 に示すように、2012 年時点で 160 ﾙｰﾒﾝ／W を超える発光効率の LED モジュールが量産されようとしている。これに比例して固有エネルギー消費効率※7 も 100 ﾙｰﾒﾝ／W を超過し 120 ﾙｰﾒﾝ／W の製品も生産されるようになってきており、現行の最高効率の性能を有する Hf 蛍光灯器具を追い越す勢いで固有エネルギー消費効率の改善が進んでいる。白色 LED モジュールは色温度より効率に差はあるものの、将来さらに各要素技術が進歩すれば 210 ﾙｰﾒﾝ／W 以上の発光効率を有する白色 LED モジュールの出現も夢でない状況に来ている。



参考文献：「白色 LED の技術ロードマップ」,p.1,LED 照明推進協議会,2008 年 4 月

図-2.2.3　白色 LED モジュールの発光効率と照明器具の固有エネルギー消費効率の推移予測

注記. ※7　固有エネルギー消費効率（ﾙｰﾒﾝ／W）とは、照明器具から放出される全光束を定格消費電力で除したものをいう。LED 照明の場合は、LED 照明器具から放出される初期光束を消費電力で除した数値をいう。

2.2.6　高輝度、高視認性

LED 照明は輝度が高く高視認性であるため、光源を直視して使用する信号機などに向いている。視認性が良好で屋内外を問わずに幅広く使えること、超高輝度タイプは昼間でも充分な視認性を持つ明るさを放つため、情報表示板等から特殊照明までの応用性を持つ。

2.2.7　周辺温度特性

LED モジュールは温度上昇により効率が低下する傾向にあり、逆に温度が低下すると効率が向上する。図-2.2.4 に周辺温度と相対光束特性のグラフを示すが、低温においても発光効率が低下せず、逆に発光効率が良くなる特性を利用して、従来使用できなかった蛍光灯等に代わって、寒冷地向け照明器具や冷蔵庫・冷凍庫等の低温場所向け照明器具の開発も進んでいる。低温環境で使用するためには、照明器具やランプの結露対策、防湿・防水性能の向上が不可欠で有るが、－40℃～＋35℃と広範囲の温度条件で使用できる器具も開発されている。

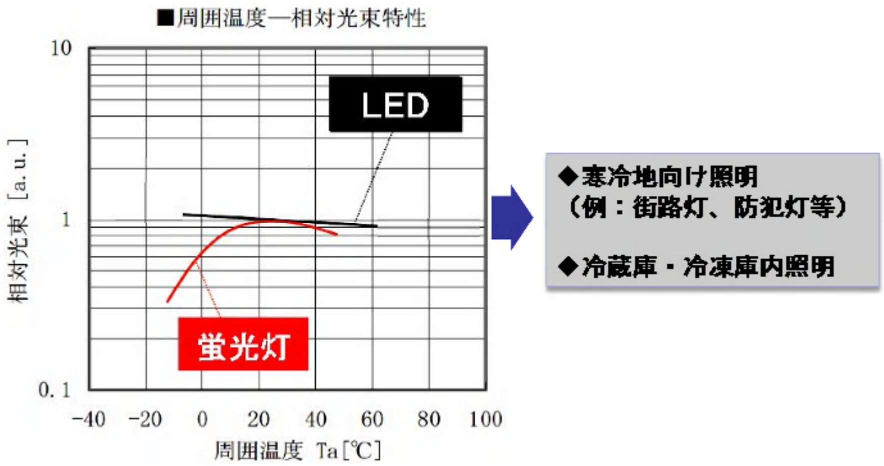


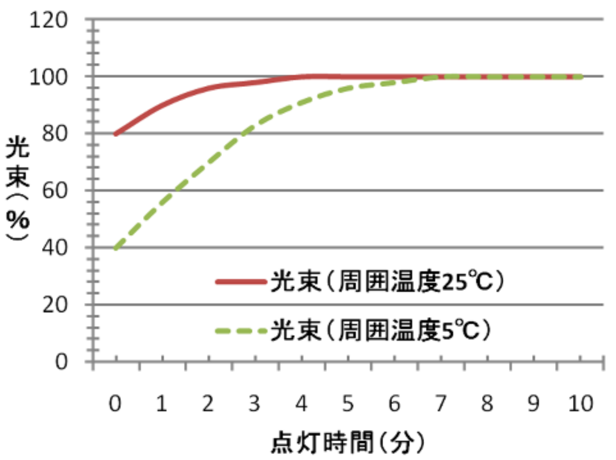
図-2.2.4　LED 照明器具の光束－周辺温度特性

2.2.8　高速応答性

LED チップは半導体の電子と正孔の再結合による直接的な発光現象を利用しているため、応答時間が数十~百ナノ秒と非常に短く、応答時間 0.1 秒程度の白熱電球や放電の安定化のため様々な付加回路を有する蛍光灯や放電灯よりも遙かに早い。

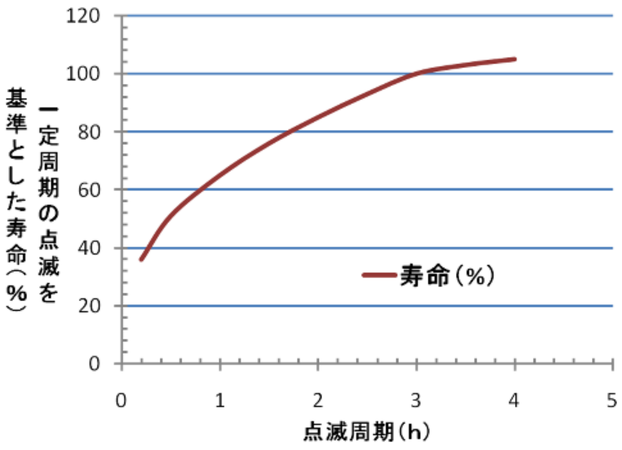
2.2.9　点滅制御での優位性

最近、省エネルギーを狙って、人感センサー等による不在時の消灯制御を採用し点滅の頻度が増えるケースが多い。蛍光ランプを光源とした場合には、図-2.2.6 に示すように、冬場等の低温時において、点灯直後の立ち上がりが遅いことから、必要とされる所定の明るさに中々達せず、照度不足を指摘されることがある。また、蛍光ランプは人感センサー等を利用したこまめな点灯で、短いサイクルの点滅回数が多くなれば、ランプ始動時でのエミッター（電子放出物質）の消耗が激しく、図-2.2.7 に示すように、寿命を犠牲にすることになる。一方 LED モジュールは応答性に優れており、点灯時の立ち上がりが早く、点灯直後の照度不足が発生しないことや、点滅に伴う影響を受けない等の優位性を持つ。



注記. 安定時の光束を 100%とした場合の FL40W の時間と光束の関係を%で示す。

図-2.2.6　蛍光ランプの光束立ち上がり特性



注記.　点滅周期とは、3 時間周期の点滅を繰り返した場合を 100%として比較した数値(%)を示す。

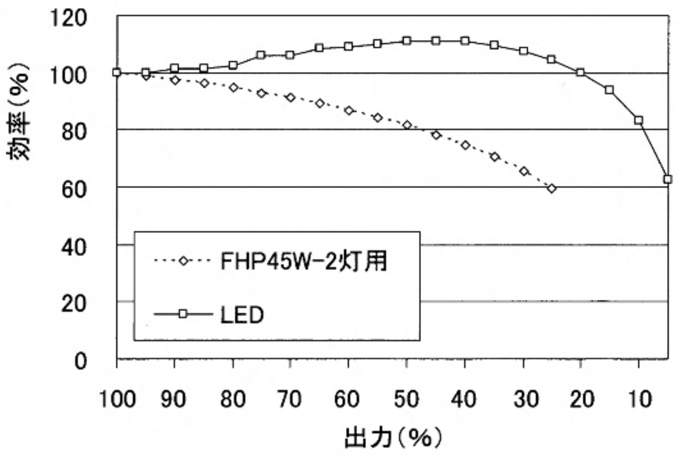
図-2.2.7　蛍光ランプの点滅周期と寿命

2.2.10　耐衝撃性

LED モジュールは半導体素子と樹脂が基本構成であるため、ガラス管を用いている白熱電球や蛍光灯に比べて、振動や衝撃に強いという特徴がある。そのため、振動の激しい製造機械の機側照明器具や作業環境の厳しい工場等、その特長を生かす分野への応用が期待されている。

2.2.11　低出力時の効率特性

省エネルギーの目的で、初期照度補正や、作業に合わせた適正な照度補正を行える調光システムを、オフィス等の照明計画で採用するケースが多く見られるようになってきている。しかし蛍光灯器具は低出力時に効率が低下するため、調光しても期待通りの省エネルギー効果が得られない場合がある。一方、白色 LED モジュールは、駆動電流を変えることにより全光束が大きく増減する。この時の発光効率は、駆動電流が増加すると低下し、電流が減少すると向上する傾向になる。図-2.2.8 に一例であるが、コンパクト蛍光灯 FHP45W-2 と LED 照明の出力と効率の関係をグラフにしたものを示す。このグラフから解るように、この LED 照明の場合は出力を 25～80%の範囲で低下させた時に効率が向上する特性を有しており、通常の調光範囲では効率の低下が生じないため、省エネルギーに最適な照明器具と言える。



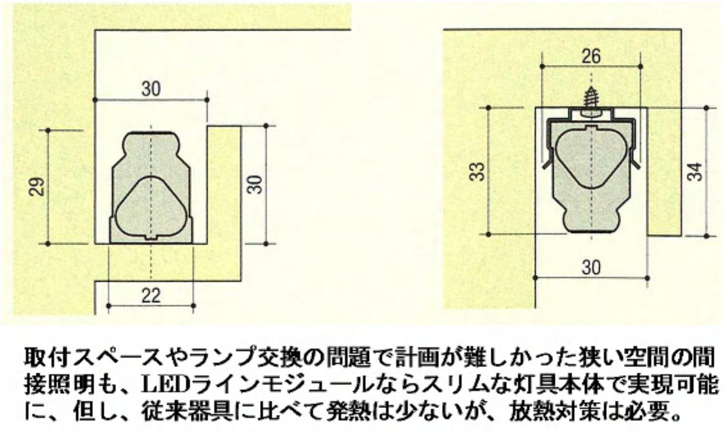
注記.　出力 100%時の効率を 100%と設定した時の各出力での効率
（出典：パナソニック㈱エコソリューションズ社データより）

図-2.2.8　白色 LED 照明とコンパクト蛍光ランプ FHP45W の出力と効率の関係

2.2.12　小型でコンパクト

LED 照明は半導体材料からなる固体光源であるため小型・軽量であり、省資源性の高い器具と云える。LED 照明は点光源として扱うことが可能であり、照明器具としてデザイン性に富んでいるため、

従来の光源では実現困難な狭いスペースへの組込みや、自由自在な形状の照明設計が可能である。しかし建築化照明を計画するに当たっては、デザイン性を優先するあまり、放熱特性を無視した計画を行うことがないように留意することが必要である。図-2.2.9 に建築化照明計画の一例を示す。これは放熱性や施工性を考慮した場合の最小スペースの例であるが、LED 照明は長寿命であっても故障しないとは言えないので、将来の器具取替えを考慮した計画を行うことが重要であり、メーカーと事前にこの点を踏まえた打合せを行うこと。また、LED 照明は指向性が強く、色のバラツキがあることから、美しい間接照明を計画するためには、LED 照明の特徴を理解して行うことが必要である。



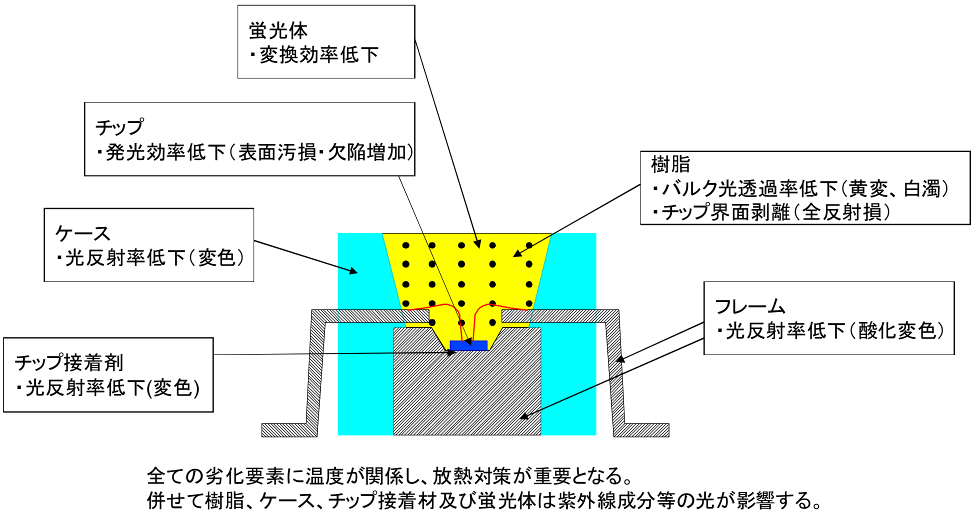
出典：㈱遠藤照明カタログより

図-2.2.9　LED 照明を利用した建築化照明の例

2.3　寿命

2.3.1　寿命の定義

LED は固体発光方式のため、従来の光源である白熱灯のようにフィラメントの断線等により点灯しなくなることがないが、LED チップを封止している樹脂等の劣化によって光の透過性が低下し光束減退が発生する。図-2.3.1 に温度、光、水分、酸素等の外的要素による LED モジュールの劣化現象を示す。従来の LED モジュールは表示用途が中心であり、視認できる光の強さを基準に、光束維持率が 50%の点を寿命としていたが、照明器具用途で使用される場合が増えたことから、(社)日本照明器具工業会が 2010 年 7 月に改正した JIL5006「白色 LED 照明器具性能要求事項」の中で「一般照明用器具の光源として使用する場合の LED モジュールの寿命は、全光束が初期全光束の 70%又は、各メーカー、その評価技術は異なるものの使用環境・条件を規定し、不点になるまでの点灯時間又は初期の明るさ（光束又は光度）の 70%に低下する時間とする」と定義している。尚、JIL5006 は 2011 年 12 月 20 日に制定された日本工業規格「JIS C 8105-3:2011 照明器具－第 3 部:性能要求事項通則（附属書 A の中で同様の内容で定義されている)」に規格の内容が取り込まれたため、2012 年 3 月 21 日に廃止し規格となっている。



出典：LED 照明信頼性ハンドブック,第 2 部実務編,p24,LED 照明推進協議会

図-2.3.1　外的要素による LED モジュールの劣化現象

2.3.2　劣化のメカニズム

白色 LED 照明の光束減退の主な原因は、LED チップ自身の特性変化、有機化合物である封止樹脂の透過率の低下、蛍光体の特性変化、及び器具・ケース等における反射率の低下等があげられるが、その中で封止樹脂及び蛍光体の劣化が大きな原因であると言われている。劣化は、次に示す要因により引き起される。

- 使用温度が高い。
- 光量が大きい。（＝電流が大きい。）
- 光の波長が短いほど封止樹脂の劣化が加速する。（紫外線成分が多い。）
- 温度と湿度の複合要素により蛍光体の劣化が進む。

以上の要因の中で放熱性が重要であり、図-2.3.2 に放熱性と光束維持率との関係を示すように、放熱性は大きく寿命に影響を与える。

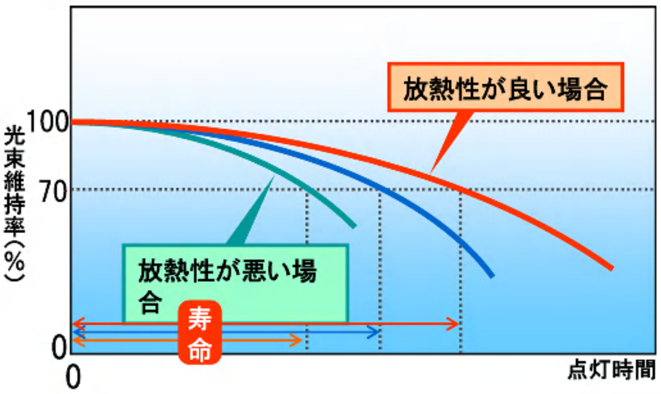


図-2.3.2　放熱性と光速維持率の関係

(1)　光による劣化

LED チップをカバーしている封止樹脂や接着剤等の有機系部材が LED チップから放射される光により劣化を起こし、透過率や反射率を低下させるため次第に光出力が減少すると考えられている。青色 LED チップの発光スペクトルは、短波長側でも 400nm 程度あるため、直接劣化が起こるわけではなく、有機部材中の官能基や不純物が光を吸収してフリーラジカルを生成し劣化を開始する。この劣化現象は有機部材中に含まれている酸素によって促進され、さらに光放射と共に発生する熱によってなお一層加速される。劣化によって発生したフリーラジカル※8 は光や熱を受けてさらに次の劣化を引き起こすので、劣化は自動的に進行する。特に照明用 LED チップでは光出力が大きいため光劣化は LED モジュールの寿命を左右する問題となる。

注記. ※8　フリーラジカルとは電子対を作っていない不対電子を持つ原子または分子を言い、不安定な物質である。

(2)　熱特性

白熱 LED モジュールのハイパワー化に伴い LED チップの素材に熱伝導率の高い材料を使用し熱抵抗を低減させる技術が進んではいるが、消費電力のうち可視光に変換されるのは 30～50%であり、その他は直接熱となるため、器具自体の放熱設計が重要になる。また、白色 LED モジュールは他の光源に比べ小型のため、空間的に狭い領域に熱が集中する構造であり適切な放熱設計※9 が長寿命の鍵となる。

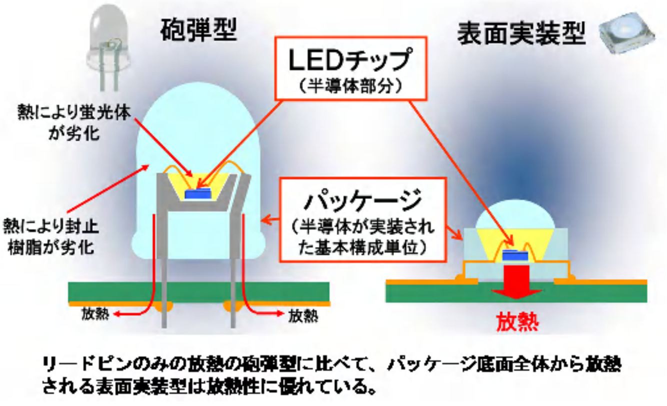


図-2.3.3　LED チップの形状による放熱性の違い

注記. ※9　大きな光量を要求される照明用白色 LED モジュールは図-2.3.3 に示すように、砲弾型に比べて放熱性に優れている表面実装型が主流である。

(3)　制御装置

LED チップは僅かな電圧変動でも電流値が大きく変動する。白色 LED モジュールに使用するチップの定格順電圧は 3～4V であり 5%の変動で電流値は数十%も変動する。供給電圧が一定でも周囲温度※1 の上昇により定格電流時の順電圧が低下し、結果電流が増加するため温度が上昇し、更に電流が増加し、「温度上昇－電流増のサイクル」が発生することになり寿命に影響を与える。従って、制御装置の電源回路には定格順電流と周囲温度に合わせた電圧供給ができる「定電流制御点灯方式」を使用しないと期待寿命を得ることは難しい。また、制御装置の寿命も考慮する必要がある。制御装置の寿命は装置に使用されている電解コンデンサの寿命に大きく左右される。電解コンデンサの寿命は自己温度上昇と周囲温度※10 に大きく影響され、温度上昇により静電容量の減少、損失角の正接の増大となって現れ、一般的には周囲温度が 10℃低下すると寿命は 2 倍※11 になると言われている。

注記. ※10　周囲温度は対象となる部屋の室温を示し、半導体や電解コンデンサが動作する温度に影響を与える。

※11　電界コンデンサの寿命は、温度上昇の影響で、電解液が封口部を通して徐々に外部に拡散することに起因しており、次式の関係が成立する。

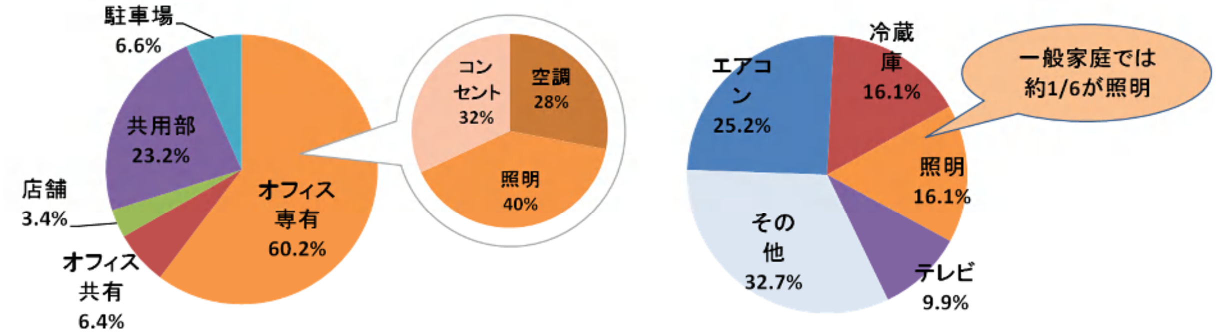
$Lx = Lo \times B^{\frac{To-Tx}{10}}$　*……温度とアルミ電界コンデンサの寿命との関係のアーレニウス則*

Lo　：定格電圧または定格電流印加時の規定寿命。
Lx　：実使用時の推定寿命（h）
To　：製品のカテゴリ上限温度（℃）
Tx　：実使用時の周辺温度（℃）
B　：温度加速係数

2.3.3　試験による評価

LED チップの試験方法は、日本電子機械工業会（EIAJ）で熱的環境試験、機械的環境試験等、規格化されたものがあるが、LED 照明器具としての確立した試験規格は無く、各メーカー独自の評価基準で加速寿命劣化試験や日本工業規格（JIS）に類した試験を実施し品質保証を行っている状況である。LED 照明の寿命を評価するための試験としは、一定の動作条件（電流、温度等）での光出力の時間変化を調べる連続動作試験があるが、LED モジュールの寿命は数万時間以上であり、寿命確認には極めて長時間の連続動作試験を要する。しかし長時間の連続動作試験によらず数千時間の動作試験結果によりある程度の寿命を推定することができる。この試験方法を加速寿命劣化試験と呼び、米国 Energy Star Program※12 を参考に 6,000 時間を連続動作試験としているメーカーもある。

注記. ※12　米国 Energy Star Program では、北米照明規格（IES）の基準に準拠して、6,000 時間の光束維持試験を実施し、試験後の数値が一定以上になるように要求している。



出典：資源ネルギー庁　平成 16 年度電力需給概要より

図-2.4.1　電力消費量における照明用電力消費量のウェイト

2.4　省エネルギー性

2.4.1　CO_2削減に向けた様々な方針・規制

平成 20 年 5 月 30 日に公布された省エネ法改正では、業務・家庭等の民生部門におけるエネルギー使用量の削減を図るために、エネルギー管理義務の導入規制の単位が事業所から事業者単位に、住宅・建築物に係る措置の強化が 300m^2 以上へと変更・強化された。この背景の中で、図-2.4.1 に示すように高い電力消費量である照明の省エネ化は CO_2 削減には欠かせない状況になっている。

また、エネルギーを多く使用する機器毎に省エネ性能を向上するために、平成 11 年より「トップランナー方式」が導入されて目標基準値は更に引き上げられ、省エネ機器の導入強化が図られている。照明器具についても蛍光灯器具がその対象になっており、表-2.4.1 に示すように平成 24 年以降には目標基準値を下回らないようにすることが、求められている。同表の新基準値では電子安定器搭載器具でなければ達成不可能であり、更に、基準値の引き上げを求められてくると、潜在能力のある LED 照明に期待するところが大きくなる。

表-2.4.1　照明器具省エネ基準（経済産業省案）

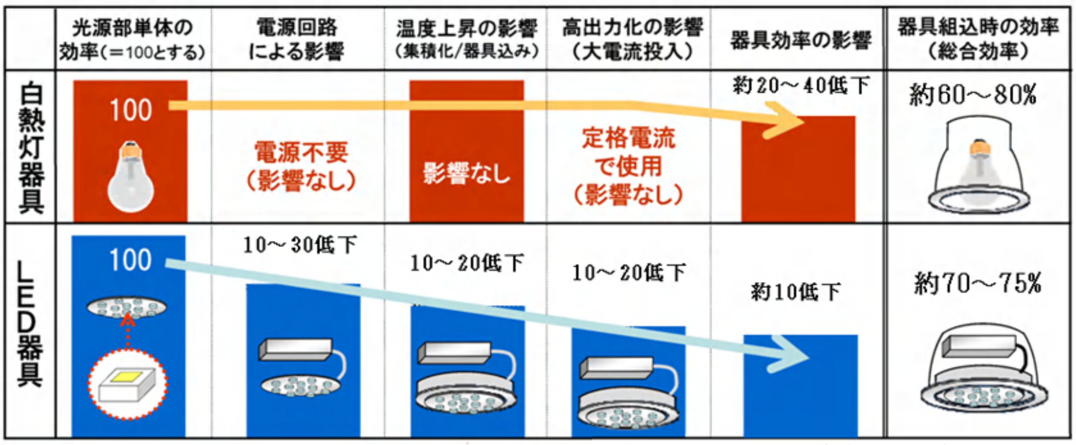
区分			新基準	現行基準
使用する用途	蛍光ランプの形状	蛍光ランプの大きさの区分	ﾙｰﾒﾝ／W	
施設用	直管形のもの又はコンパクト形のものの内2本管形のもの	直管形蛍光ランプ86W以上	100.8	79.0
		直管形蛍光ランプ40W以上86W未満	100.5	70.1 (86.5)
	コンパクト形のものの内2本管形以外のもの	コンパクト形蛍光ランプ9形以上	61.6	
家庭用	環形のもの又は直管形のもの	使用する蛍光ランプの大きさ区分の総和が70以上（20の直管形蛍光ランプを使用するものを除く）	91.6	81.0
		使用する蛍光ランプの大きさ区分の総和が70未満	78.1	82.0
卓上スタンド用	直管形のもの又はコンパクト形のもの	蛍光灯卓上スタンド	70.8	61.5

注記.　現行基準値は平成 10 年 12 月 17 日に基準が示され、2005 年度までに達成が求められた数値

2.4.2　器具組込み時の効率

2.2.4 の項で記載したように、白色 LED は急速な勢いで発光効率が向上しており、モジュール単体では 130 ﾙｰﾒﾝ／W を超える 160 ﾙｰﾒﾝ／W 製品が量産されようとしている。しかし、図-2.4.2 に示すように器具組込み時の効率（固有エネルギー消費効率）は約 70～75%程度に低下する。また図-2.4.3 に各光源の固有エネルギー消費効率を示すが、現行の高周波点灯型蛍光灯及び高圧ナトリウムランプを超えるエネルギー消費効率を得るためには、モジュール単体の発光効率※11 向上も必要であるが、各段階での効率低下要因を改善する研究開発が大切である。また、効率を追求する一方で、従来光源に匹敵する光の質を備える器具の開発も重要になる。

注記.　※11　現在モジュール単体の発光効率（ﾙｰﾒﾝ／W）の表示に関する基準が明確でないため、モジュール単体の発光効率（パッケージ温度 25℃での数値）をあたかも固有エネルギー消費効率のように表現している製品もあり注意が必要である。（社）日本照明器具工業会規格 JIL5006 : 2010 では LED 照明器具の効率については固有エネルギー消費効率（ﾙｰﾒﾝ／W）を表示するように規定している。



出典：LED 照明推進協議会資料より

図-2.4.2　器具組込み時の総合効率（一例）

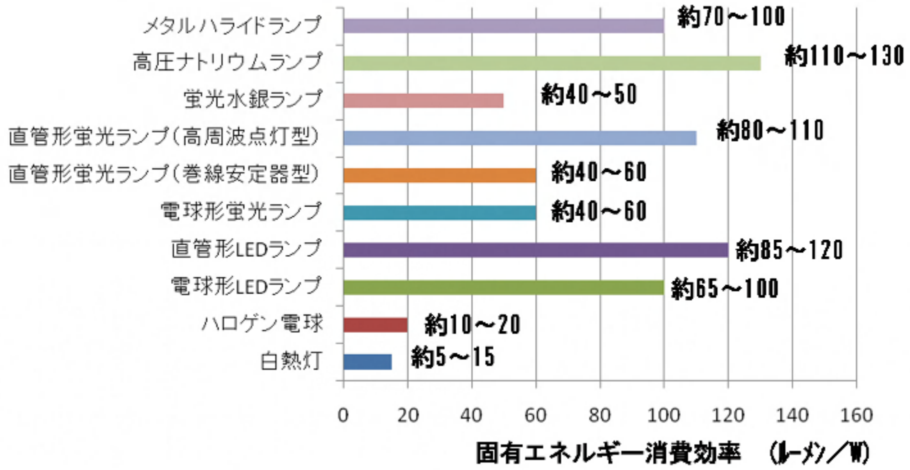


図-2.4.3　各照明器具の固有エネルギー消費効率の現状

2.4.3　光学制御により高い器具効率

LED 照明は均一な配光を得るために光学制御レンズを使用している。このため光はほぼ正面にのみ照射されるため、従来のランプのような配光による光ロスがほとんど無く、高い器具効率を持ち省エネに貢献できる。図-2.4.4 にコンパクト蛍光灯ダウンライト（FHT 57W）とダウンライト形 LED 照明器具（白熱灯 60W 相当）の比較を示すが、諸元値ではコンパクト蛍光灯ダウンライトに比べて劣るものの、実際の直下における照度では同等もしくは上回る数値を得ている。

このように LED 照明の光は直進性が強いため、配光特性を生かし、光を必要とする場所だけを照らすことが可能であり、光を抑制することにより、無駄な光を極力無くし、必要とする箇所に適切に配光することができる。LED 照明は拡散光を前提として照明計画が行われていた

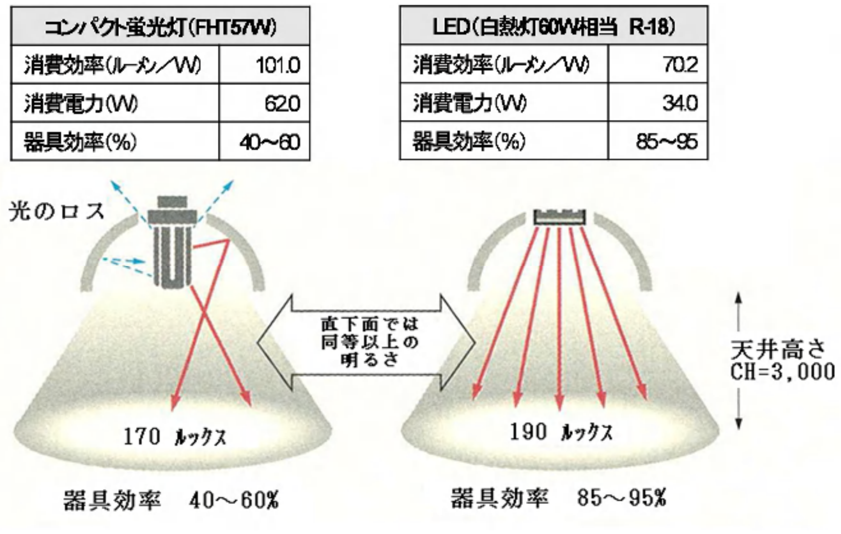


図-2.4.4　蛍光灯ダウンライトとダウンライト形 LED の照射面での照度の比較

全般照明の概念を変える可能性を有していると言える。但し、光の直進性により空間に漏れる光が少なくなり、明るさ感が無くなる場合があるので注意が必要である。

2.4.4　色温度と演色性と効率

JIS Z 9110:2010 の照度基準総則には新しくグレア対策と演色性について記載されている。これにより、事務所等の執務空間では UGR16,19※12 と Ra80 以上が規定されており、照度基準を満足するだけでなく、光の質の向上も求められている。LED 照明では器具効率と演色性は相反する関係にあり、例として演色性 Ra70 の LED 照明を Ra80 まで引き上げるためには、表-2.4.2 に LED 照明の光色タイプ別の演色性と効率の関係を示すように、白色タイプでは効率が 10%程度、電球色タイプでは７%程度ダウンする。最近は Ra80 以上（推奨値）を満足する LED 照明で高効率タイプの LED 照明も開発されており、高効率タイプで推奨値を満足する高演色性タイプの LED 照明が市場に出回ってくると考える。また、執務空間に使用する器具の色温度は 5000K を標準としているが、執務内容によっては低い色温度を必要とする場合もあるため、色温度と器具効率の関係も理解しておく必要がある。図-2.4.5 に全般照明で使用するダウンライト形 LED 照明の色温度と平均器具効率の例を示すが、器具効率は色温度 5000K（昼白色）のものが一番良く、色温度が低くなるに従って器具効率が悪くなる傾向にある。執務空間や長時間いる居室空間においては、演色性だけでなく作業内容に合わせた色温度を選択し、バランスの取れた光環境を考慮する必要がある。

表-2.4.2　LED 照明の光色・演色性と効率

光色タイプ	演色性（平均演色評価数）	効率（光出力）の比較
白色タイプ 色温度：約5000K	Ra70程度	100にした場合
	Ra80程度	約90
	Ra90程度	約75
電球色タイプ 色温度：約3000K	Ra70程度	約70
	Ra80程度	約65
	Ra90程度	約55

注記.　※12　UGR（Unified Glare Rating）：照明器具の輝度・光源の大きさ、光源の位置、天井面・壁面等の光源の発光面の背景となる周辺の明るさを評価し、不快グレアを数値化したもの。CIE（国際照明委員会）により基準化された。

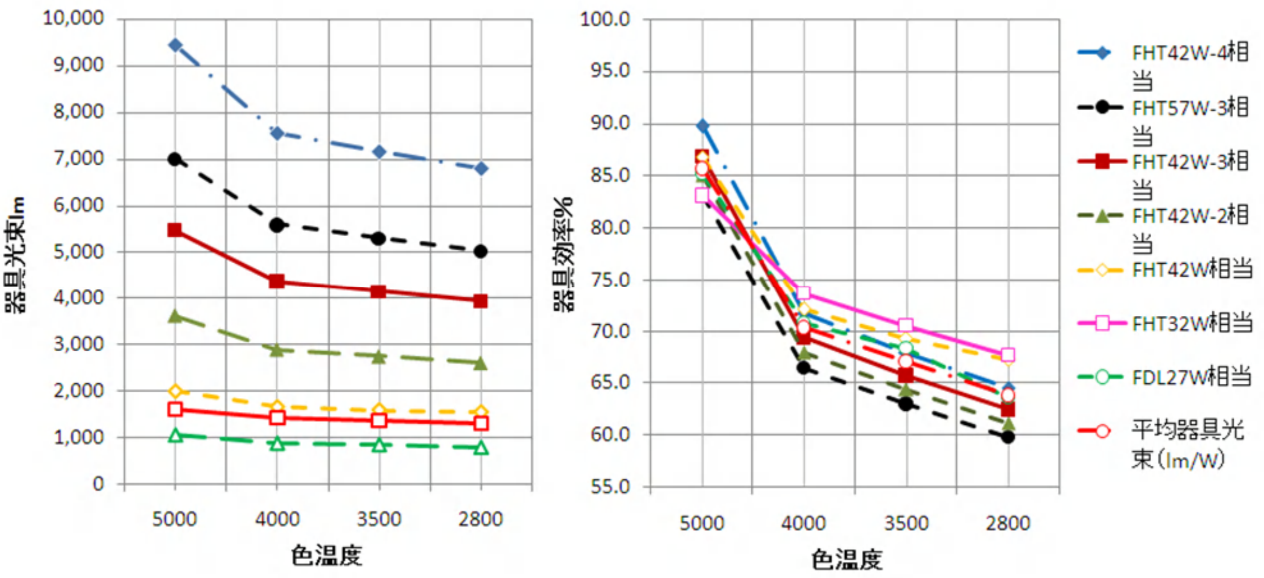


図-2.4.5　ダウンライト形 LED 照明の色温度と器具光束及び平均器具効率の関係

2.5　市場動向

2012 年の国内照明器具市場は、LED 照明器具が 325 万台、578 億円と 2008 年比 4 倍以上の市場を形成すると予測する民間の調査機関もあるように、器具の高効率化と低価格化が前提であるが、確実に LED 照明は浸透していくと考えられる。

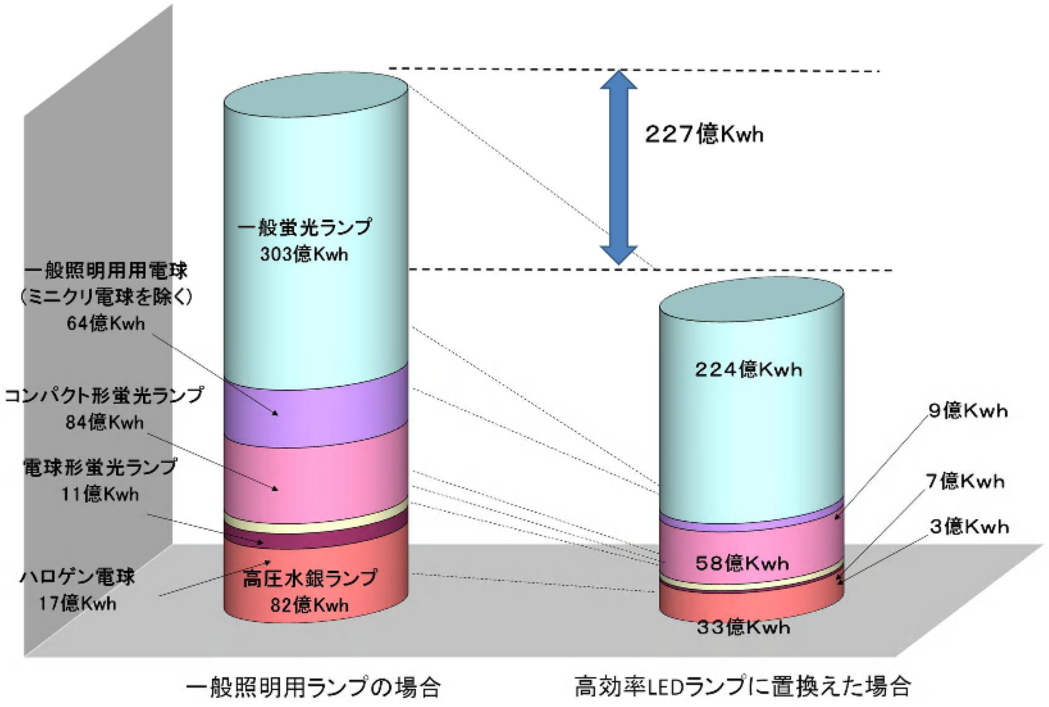
表-2.5.1　LED ランプに切替え対象ランプの国内出荷本数及び総消費電力量等

対象ランプ	国内出荷数量（万本）	総消費電力量（安定器ロス含）（万MWh）	総全光束量（万Mルーメン）	平均総合効率（ルーメン/W）
(1)一般蛍光ランプ [1)] 100%	9,200	3,030	224,660	74.1
(2)一般照明用用電球（ミニクリ電球を除く） 100%	10,500	640	8,930	14.0
(3)コンパクト形蛍光ランプ 100%	2,300	840	57,620	68.6
(4)電球形蛍光ランプ 50%	1,300	110	7,080	64.4
(5)ハロゲン電球 70%	1,000	170	2,690	15.8
(6)高圧水銀ランプ 100%	200	820	32,760	40.0
総　計	24,500 [2)]	5,610	333,740	59.5

出典：(社)日本電球工業会　2007 年自主統計数値より

注記.　1)　ハロ燐酸カルシウム蛍光体を使用した一般蛍光ランプの全部。

2)　一般照明用全ランプの国内出荷数量は 48,900 万本で､その総消費電力量は 13,230MWh。



注記. 高効率 LED ランプのランプ効率は 100 ﾙｰﾒﾝ／W とした算定した数値で、平成 23 年 7 月現在で、100 ﾙｰﾒﾝ／W に到達する器具及びランプは市販されている。

図-2.5.1　一般照明用ランプを高効率 LED ランプに置換えた場合の電力量削減数値

表-2.5.1 に一般照明用ランプの国内出荷本数の内、LED ランプに置換え可能なランプ本数とその総消費電力量等を示す。また、図-2.5.1 には、これらの一般照明用ランプを高効率 LED ランプ（100 ﾙｰﾒﾝ／W）に置換えた場合の消費電力量の削減値を示す。このグラフからもわかるように、従来の照明用ランプを LED ランプに置換えた場合の電力量の削減量 227 億 kWh は置換え前の 40%に相当し、LED ランプの高効率化が達成できれば大きな電力量の削減効果が期待できる。このように LED 照明へ期待するものは大きく、可能性も大きいと言える。以下に主だった分野の動向を述べる。

2.5.1　店舗照明分野

LED モジュールの高出力化及び演色性の向上により、商業施設のベース照明としてダウンライト形 LED 照明が主流となってきている。ラインアップも白熱電球 40W 相当から蛍光ランプ FHT42W 相当まで製品化されており、需要が急速に拡大している。また、スポットライトの分野ではダイクロハロゲランプ相当や CDM ランプ相当の製品も作られ、本格的な照明として使用されるようになってきている。LED 光源のスポットライトは、省エネだけでなく照射光に赤外線や紫外線が少ないことから、被写体に優しい光として期待されている。一方、ディスプレイライトは照明光源と集光レンズの組合せなどにより、ショーケース用のスポットライトや棚用のダウンライトなどに用いられているが、従来光源では照射面の温度が高くなりすぎ、照射できないケースなどもあったが、LED 光源の出現により照射か可能になるなど、新しい演出が可能となってきている。

2.5.2　オフィスビル分野

LED 照明の省エネ・長寿命性や次世代オフィス照明としての可能性を踏まえて、ビルオーナー・設計者等から従来の蛍光灯器具に代わるベース照明として LED 照明への要望が高く、各メーカーは高効率のストレートタイプやスクェアタイプの高効率器具（総合効率 100 ﾙｰﾒﾝ／W 以上）を市場に投入しはじめている。コスト面・演色性・グレア等のまだ解決すべき点があるが、蛍光灯器具の代替として直付形､埋込形､システム天井形などのラインアップも充実してきている｡メーカーでは 2013 年～2015 年が普及拡大の時期※13 として考えられており、既にベース照明を LED 照明で計画しているオフィスビルも多数完成するなど、LED 照明時代への到来を予感させられる。

また､ワークスタイルに合わせて照度だけでなく色温度も変化させることが可能な LED 照明器具も開発されており、知的生産性の向上と省エネを両立させる研究も為されている。また、LED 光源の光の直進性を利用して必要な場所に光を集中させたり、分散させる研究も進んでおり、従来の面で捉えていた明るさを、立体で捉える研究も進んでいる。

注記.　※13　（一社）日本照明器具工業会の次世代半導体照明（SSL）成長戦略では、2015 年が LED 照明の本格普及及び拡大の時期としている。

2.5.3　住宅照明分野

経済産業省が 2012 年までにエネルギー効率の低い白熱電球の製造･販売中止を打出したことにより、白熱電球の代わりとしては、当面電球形蛍光ランプが使われると考えられるが、電球形 LED ランプの高効率化と低コスト化に伴い、いずれは電球形 LED ランプへの取替えの方向に向かうと考えられる。また、主照明として一般的に普及し使用されている丸形蛍光灯シーリングライトの代わりとして、明るさだけでなく光色もシーンに合せて可変できるなど演出面から、LED ランプ一体形のシーリングライトが主流になりつつあり、従来の光源では不可能であった視環境が作れるようになってきている。

LED 照明の出現により点光源･面光源双方の特徴を生かし､1 室 1 灯の平面を重視するあかりから、1 室複数灯の立体的なあかりを演出する手法も考えられるようになってきており、LED 照明の効率・コスト・演色性が向上した時点で急速な勢いで拡大すると考えられる。

施工対応の面で見ると、住宅の天井はブローイング工法やマット敷工法などの断熱工法が採用され

ている場合があるので、断熱工法に対応したダウンライトを採用する必要がある。ダウンライトが白熱電球から LED に代替されるに従って、断熱工法に対応したダウンライト形 LED 照明や電球形 LED ランプが製作されるようになっている。

2.5.4　屋外照明分野

LED 照明は、長寿命化、高効率・高出力化により従来の水銀ランプや蛍光灯ランプに代わって街路灯や防犯灯等の屋外照明用途の全般に広がっている。特に次の 6 つのメリットから各自治体に関心を持たれており、今後この市場は伸びていくものと考えられる。

1) 長時間点灯するためランプ交換コストの削減等ランニングコスト低減に繋がる。
2) 直進性により必要とする場所だけを明るくでき、省エネ性に優れている。
3) 照明範囲外への余分な光を抑制することが可能で、光害が発生しにくい。
4) 低温時の光束低下が少ない。
5) 連続調光を生かした、薄暮時などの省エネ点灯が可能である。
6) 誘虫性の光をカットでき周辺環境に害を与えにくい。

2.5.5　その他分野

誘導灯分野では、一般的に冷陰極ランプが使用されてきたが、発光効率、長寿命、バッテリー小容量化の他、脱水銀等の環境面から、各メーカーは LED モジュールを採用する方向に進んでおり、市場においても主流になりつつある。

また、医療関係で病室向けベットライトなどでは、集光レンズ付き LED 光源を採用することにより、手元に十分で周辺に光を漏らさない明りの確保と、照射方向に熱がほとんど出ないため熱さを感じさせないベットライトの製品化が可能になっている。併せて、灯具が小さく軽量にすることが可能であり、操作性が優れた製品も開発されている。

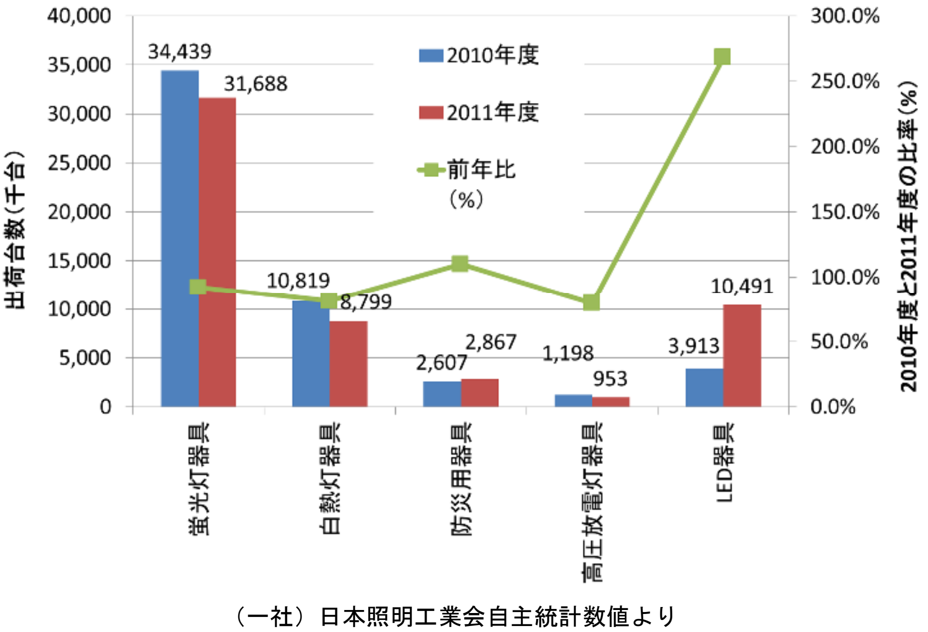
3 章　ランプ及び器具について

LED 照明は半導体材料からなる固体光源であり、コンパクトで軽量であるため点光源として扱う事ができ、様々な建築空間にマッチした器具デザインが可能である。点光源を追及したものや、面光源の利点を生かした器具など幅広い種類の器具が考えられるが、現状では従来の照明器具の代替といった製品が主流で、LED 照明の特性を生かした器具はこれからというところである。各社の器具ラインアップも進んでおり、従来光源の器具を置換えるのに遜色ないレベルまできている。図-3-1-1 に 2010 年度及び 2011 年度の各照明器具出荷台数比較を示すが、従来光源の器具は、防災用器具を除いて、前年度より減少傾向にあるのに対して、LED 照明器具の伸びは前年比約 270%と、目覚ましいものがあり、確実に LED 照明器具への移行が進んでいることを表している。

また、JIL5004「公共施設用照明器具」2013 年版の改定の中でも LED 照明器具の機種拡充や LED 制御装置の機種拡充などが行われ、LED 化へ向けて規格が進んでいるところである。特に、LED 照明器具の機種拡充の中でダウンライト形については、従来光源のコンパクト形蛍光ランプ並びに HID ランプを使用した器具から LED 照明器具へ完全に移行している。

当ワーキングでは従来光源器具の代替の観点から、大分類については、ベースライト形、ダウンライト形、シーリングライト形等、代表的な器具形式の分類を行い、中分類でタイプ分類並びに埋込型と直付型の分類、細分類では LED ランプ一体形と LED ランプ交換形に分類を行った。LED 照明の長寿命の特長（器具寿命とランプ寿命が同程度の寿命を持つ）から、LED ランプ交換形のニーズは従来器具から LED 照明に移行する過渡的段階でのニーズと考える向きもあるが、色温度の選択や高い光束維持率を維持するための早期交換ニーズ等があることを考慮し、LED ランプ一体形と LED ランプ交換形を分類した。図-3.1.2 に LED 照明器具の分類概念を示す。

本項ではベースライト形、ダウンライト形、シーリングライト形、投光器形及び屋外灯などや誘導灯などの防災照明で、従来の照明器具に代わって主流になると想定される代表的な器具の種類と、一般照明用電球（以下白熱電球と云う）や蛍光灯ランプの代替品として急速に需要を伸ばしている直管形 LED ランプや電球形 LED ランプなどのランプ類並びに、制御装置（電源装置）、調光装置について述べる。



（一社）日本照明工業会自主統計数値より

図-3.1.1　2010 年度及び 2011 年度の各照明器具の出荷台数比較

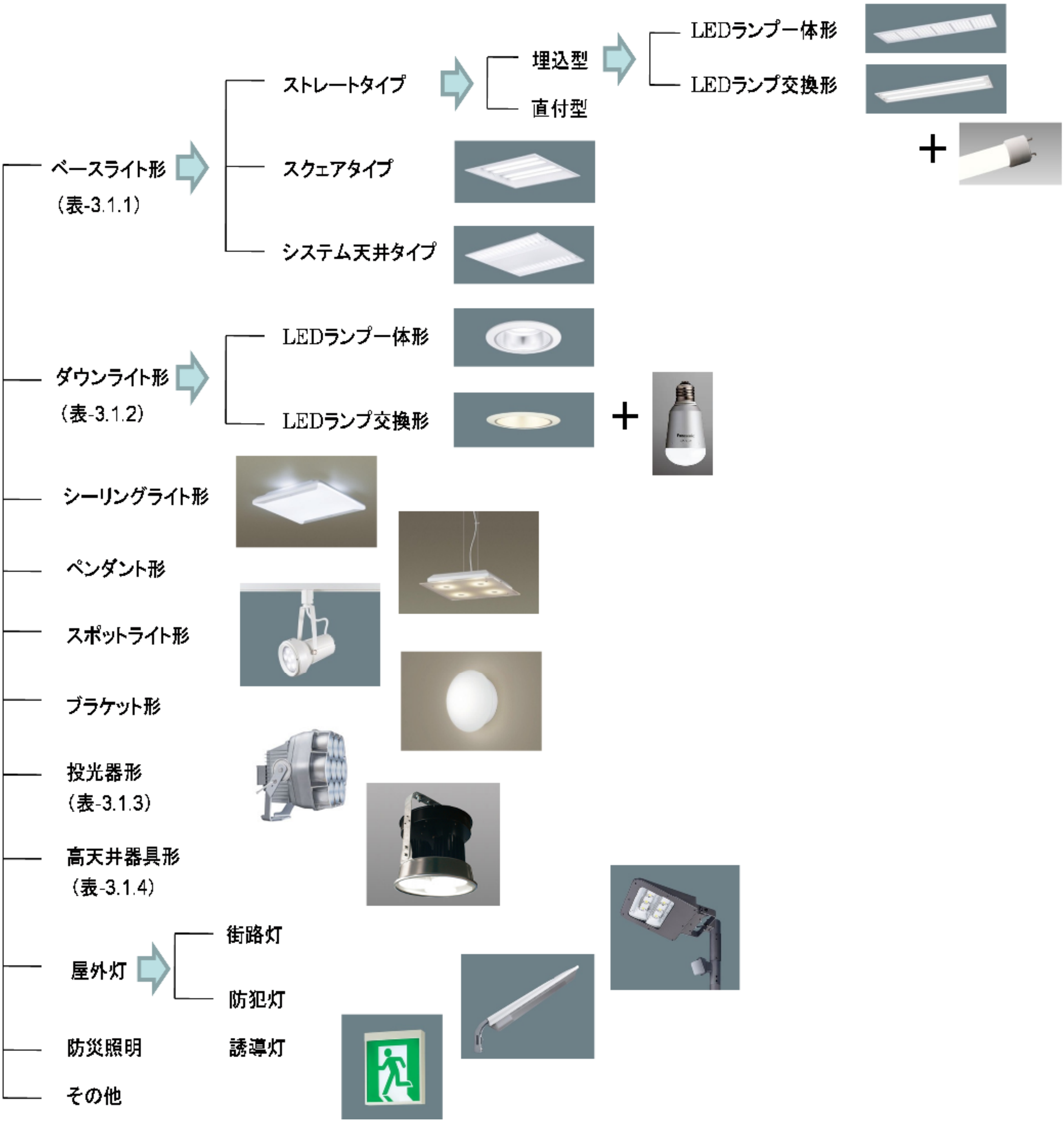


図-3.1.2　LED 照明器具の種類と分類

表-3.1.1～表-3.1.4 に各社の代表的なベースライト形、ダウンライト形、投光器形及び高天井形 LED 照明器具の形名とスペックをまとめたので、参考にされたい。

表-3.1.1 (1)　各社の代表的なベースライト形照明器具(1) （パナソニック㈱）

照明器具の種類					品番	消費電力 [W]	器具光束 [lm]	固有エネルギー消費効率 [lm/W]	演色性	調光範囲 [%]	光源寿命 [時間]	備　考
ベースライト形	ストレートタイプ	埋込型	LEDランプ一体形	Hf32形　1灯高出力相当	NNF45000K LX9	35.0	3,510	100.3	84	約25～85	40,000	乳白パネル
				Hf32形　2灯高出力相当	NNF45020K LX9	69.0	6,720	92.5				
				FLR110形　1灯相当	NNF85000K LX9	69.0	6,680	96.8				
				FLR110形　2灯相当	NNF85020K LX9	138.0	13,640	98.8				
			LEDランプ交換形	LDL20　1灯用	NNF21700 LY9	15.0	900	60.0	84	約35～85	40,000	W=190　リニューアル向け器具
				LDL20　2灯用	NNF22666 LY9	24.0	1,770	73.8				W=220　基本灯具
				LDL40　1灯用	埋込XFL319CR　LH	29.0	2,430	83.8		約25～85		W=190　コンフォート15タイプ
				LDL40　2灯用	NNF42666　LH9	54.0	4,680	86.7				W=220　基本灯具
				LDL40　3灯用	NNF43770　LH9	92.0	6,890	83.0				W=220
				その他ラインアップ		Cチャンネル回避型、長円形タイプ、フリーコンフォート、クリーンルーム向、防湿・防雨形など						
		直付型	LEDランプ一体形	Hf32形　1灯高出力相当	NNF46000K　LX9	35.0	3,550	101.4	84	約25～85	40,000	乳白パネル
				Hf32形　2灯高出力相当	NNF46020K　LX9	69.0	6,930	100.4				
				FLR110形　1灯相当	NNF86000K　LX9	69.0	7,100	102.9				
				FLR110形　2灯相当	NNF86020K　LX9	138.0	13,860	100.4				
			LEDランプ交換形	LDL20　1灯用	NNF21000　LY9	15.0	940	62.7	84	約35～85	40,000	富士型器具
				LDL20　2灯用	NNF22000　LY9	24.0	1,870	77.9				
				LDL40　1灯用	NNF41038　LH9	29.0	2,540	87.6		約25～85		
				LDL40　2灯用	NNF42001　LH9	54.0	5,090	94.3				
				その他ラインアップ		反射笠付型器具、片反射笠付型器具、笠なし器具、スリムベース、防湿・防雨形など						
	スクエアタイプ	埋込型		FHP23形　3灯～4灯相当	NNF45500K　LX9	35.0	3,460	98.9	84	約25～85	40,000	□350タイプ、乳白パネル
				FHP32形　3灯～4灯相当	NNF45510K　LX9	68.0	6,860	100.9				□450タイプ、乳白パネル
				FHP45形　3灯～4灯相当	NNF45520K　LX9	104.0	10,490	100.9				□600タイプ、乳白パネル
		直付型		FHP23形　3灯～4灯相当	NNF46500K　LX9	35.0	3,460	98.9	84			□350タイプ、乳白パネル
				FHP32形　3灯～4灯相当	NNF46510K　LX9	68.0	6,860	100.9				□450タイプ、乳白パネル
				FHP45形　3灯～4灯相当	NNF46520K　LX9	104.0	10,490	100.9				□600タイプ、乳白パネル
	システム天井タイプ	埋込型		□600タイプ	NNF47110K　LX9	36.0	3,500	100.0	84	約25～85	40,000	
	その他	直付型		低温用　ストレートタイプ	NNFJ46800　LE9	55.0	4,820	87.6	70	調光不可	40,000	防湿・防雨型

※記載内容は、パナソニック㈱のカタログ平成25年4月現在のものを抜粋

表-3.1.1 (2)　各社の代表的なベースライト形照明器具(2) （東芝ライテック㈱）

照明器具の種類					形名	消費電力 [W]	器具光束 [lm]	固有エネルギー消費効率 [lm/W]	演色性	調光範囲 [%]	光源寿命 [時間]	備　考
ベースライト形	ストレートタイプ	埋込型	LEDランプ一体形	Hf32形定格出力 蛍光灯器具 2灯用相当	LER-42800-LDJ (LDL40-0)	55.0	4,370	79.5	83	約20～100	40,000	W=220 定格出力タイプ
				Hf32形高出力 蛍光灯器具 2灯用相当	LER-42800-LDJ (LDL40-H)	66.0	6,370	96.5				W=220 高出力タイプ
			LEDランプ交換形	LDL20×1 FL20W 1灯用相当	LER-21800-LDJ	17.0	1,120	65.9	83	約20～連続調光	40,000	W=150 システムアップ基本灯具
				LDL20×2 FL20W 2灯用相当	LER-22800-LDJ	29.5	2,180	73.9				W=220 システムアップ基本灯具
				LDL40×1 FL40W 1灯用相当	LER-41478K-LDJ	29.5	2,280	77.3				W=190 埋込下面開放
				LDL40×2 FL40W 2灯用相当	LER-42478K-LDJ	55.0	4,510	82				W=300 埋込下面開放
				その他ラインアップ		高出力タイプ（Hf32W高出力相当）、Cチャンネル回避型器具、スクールソフト、黒板灯、防湿・防雨型など						
		直付型	LEDランプ一体形	Hf16形 蛍光灯器具 2灯用相当	LEDT-31124N-LDJ	31.0	3,310	106.8	83	約5～100	40,000	608mmタイプ 乳白カバー、薄型タイプ
				Hf32形定格出力 蛍光灯器具 2灯用相当	LEDT-47134N-LDJ	46.0	4,960	107.8				888mmタイプ 乳白カバー、薄型タイプ
				Hf32形高出力 蛍光灯器具 2灯用相当	LEDT-63144N-LDJ	59.0	6,620	112.2				1,169mmタイプ 乳白カバー、薄型タイプ
				Hf86形 蛍光灯器具 2灯用相当	LEDT-99184N-LDJ	117.0	13,250	113.2				2,295mmタイプ 乳白カバー、薄型タイプ
			LEDランプ交換形	LDL20×1 FL20W 1灯用相当	LET-21307-LDJ	17.0	1,190	70	83	約20～連続調光	40,000	逆富士器具
				LDL20×2 FL20W 2灯用相当	LET-22307-LDJ	29.5	2,320	78.6				
				LDL40×1 FL40W 1灯用相当	LET-41307-LDJ	29.5	2,400	81.4				
				LDL40×2 FL40W 2灯用相当	LET-42307-LDJ	55.0	4,640	84.4				
				その他ラインアップ		高出力タイプ（Hf32W高出力相当）、ムーンベース、片反射笠器具、反射笠器具、笠なし器具、PAKO、直付下面開放器具、ソフトライトM、直付システムアップ、人感センサー内蔵器具、スクールソフト、黒板灯						
	スクエアタイプ	埋込型		FHT42形 蛍光灯器具 2灯用相当	LEDR-22401N-LDJ	28.0	2,550	91.1	70	約5～100	40,000	□275
				FHP32形 蛍光灯器具 3灯用相当	LEDR-24401N-LDJ	53.0	4,770	90.0				
				FHP32形 蛍光灯器具 4灯用相当	LEDR-46414N-LDJ	92.0	6,310	68.6	83			□450
				FHP45形 蛍光灯器具 4灯用相当	LEDR-95405N-LDJ	103.0	9,890	96	70			□450 ※13年6月末生産終了予定
				FHP45形 蛍光灯器具 3灯用相当	LEDR-66404N-LDJ	57.0	6,310	110.7	83			□600
				FHP45形 蛍光灯器具 4灯用相当	LEDR-69404N-LDJ	91.0	9,910	108.9				
		直付型		FHP32形 蛍光灯器具 4灯用相当	LEDT-46404N-LDJ	58.0	6,560	113.1	83	約5～100	40,000	□470
				FHP45形 蛍光灯器具 3灯用相当	LEDT-69404N-LDJ	78.0	8,620	110.5				□620
	システム天井タイプ	埋込型		2灯用タイプ スタンダードモデル	LFS2111A835088 1400	62.0	5,770	93.6	83	約5～100	40,000	□600
				2灯用タイプ 高出力モデル	LFS2111A835088 1600	87.0	7,710	88.3				
	その他	直付型		一体形ベースライト 冷凍倉庫用	LET-41502-LJ9	34.0	3,350	98.5	83	調光不可	40,000	

※記載内容は、東芝ライテック㈱のカタログ平成25年4月現在のものを抜粋

表−3.1.1 (3)　各社の代表的なベースライト形照明器具(3) （三菱電機照明㈱）

照明器具の種類					形名	消費電力[W]	器具光束[lm]	固有エネルギー消費効率[lm/W]	演色性	調光範囲[%]	光源寿命[時間]	備　考
ベースライト形	ストレートタイプ	埋込型	LEDﾗﾝﾌﾟ一体形	クラス300 Hf32×1相当	EL−LB3000NM	35.0	3,250	92.9	85	約25〜100	60,000	W=80
				クラス600 Hf32×2相当	EL−LB6007NM	69.0	6,390	92.6		約25〜100		W=220
			LEDﾗﾝﾌﾟ交換形	LDL20　1灯用	EL−LFB25011	14.0	1,140	81.4	84	調光不可	40,000	W=190
				LDL20　2灯用	EL−LFB25022	26.0	2,300	81.4				W=300
				LDL40　1灯用	EL−LFB45001B	26.0	2,410	92.7		20〜100		W=190
				LDL40　2灯用	EL−LFB45702B	50.0	4,500	90.0				W=300
				その他ラインアップ		オプション取付可能タイプ、Cチャンネル回避形など						
		直付型	LEDﾗﾝﾌﾟ一体形	クラス300 Hf32×1相当	EL−L3000NM	35.0	3,420	97.7	85	約25〜100	40,000	
				クラス600 Hf32×2相当	EL−L6002NM	62.0	6,000	96.8				
				クラス1100 FLR110×2相当	EL−L13002NM	119.0	12,230	102.8				
				その他ラインアップ		色温度可変など						
			LEDﾗﾝﾌﾟ交換形	LDL20　1灯用	EL−LKV2251	14.0	1,190	85.0	84	調光不可	40,000	逆富士タイプ
				LDL20　2灯用	EL−LKV2252	26.0	2,400	92.3				
				LDL40　1灯用	EL−LKV4321B	26.0	2,500	96.2		20〜100		
				LDL40　2灯用	EL−LKV4382B	50.0	4,990	99.8				
				その他ラインアップ		反射笠タイプ、トラフタイプ、下面開放タイプなど						
	スクエアタイプ	埋込型		クラス600 （FHP32W×3相当）	EL−SK5000NM	56.0	5,280	94.3	85	約5〜100	40,000	□450
				クラス1200 （FHP45W×4相当）	EL−SK12002NM	124.0	12,050	97.2		約25〜100		□600
	システム天井タイプ	埋込型		クラス350	EL−G3505NM	34.0	3,610	106.0	85	約5〜100	50,000	600グリッド天井コア周り用
				クラス300	EL−G3000NM	45.0	3,400	75.6				600グリッド
	その他	直付型		低温用照明　クラス400 FHF32W×1相当	ELーLRYWH4011A	34.0	3,300	97.1	84	調光不可	40,000	

※記載内容は、三菱電機照明㈱のカタログ2013年4月現在のものを抜粋

表-3.1.2(1) 各社の代表的なダウンライト形LED照明器具

■ LEDダウンライトに関する調査について

注記1　・・・感電防止対策として、警報、インターロック回路、両ピン間の許容絶縁抵抗等の何らかの対策を講じている物。

メーカー名	器具シリーズ名	器具名又は種類	口金 ソケット形状	照射角 ユニバーサル	光束 (lm)	演色評価数 (Ra)	周囲温度 (℃)	電源装置 (内臓、別置⇒台数)	高調波対策 (規格、方式等)	フリッカ対策 (規格、方式等)	雷サージ性能 (KV)	ノイズ対策 (規格、方式等)	感電防止回路等の有無 (注記1)	励磁突入電流による台数制限等	LEDモジュールの寿命 (年)	その他電源装置等の寿命(年)	その他備考
パナソニック㈱	EVERLEDS BASE DOWN	1000形タイプ NDNN77110LZ9	－	照射角50度	9500	70	5～35℃	別置(2台)	JIS C 61000-3-2準拠	電気用品安全法準拠	4kV	電気用品安全法準拠	なし	－	40000時間	8～10年	200～242Vの場合、漏洩電流により31台／回路以下に制限
	EVERLEDS BASE DOWN	700形タイプ NDNN77090LZ9	－	照射角45度	7600	70	5～35℃	別置(2台)	JIS C 61000-3-2準拠	電気用品安全法準拠	4kV	電気用品安全法準拠	なし	－	40000時間	8～10年	200～242Vの場合、漏洩電流により41台／回路以下に制限
	EVERLEDS BASE DOWN	550形タイプ NDNN77050LZ9	－	照射角45度	5600	70	5～35℃	別置(1台)	JIS C 61000-3-2準拠	電気用品安全法準拠	4kV	電気用品安全法準拠	なし	－	40000時間	8～10年	200～242Vの場合、漏洩電流により43台／回路以下に制限
	EVERLEDS BASE DOWN	350形タイプ NDNN75020LZ9	－	照射角50度	3600	70	5～35℃	別置(1台)	JIS C 61000-3-2準拠	電気用品安全法準拠	4kV	電気用品安全法準拠	なし	－	40000時間	8～10年	200～242Vの場合、漏洩電流により63台／回路以下に制限
	EVERLEDS BASE DOWN	200形タイプ NDNN74075LZ9	－	照射角95度	2200	70	5～35℃	内蔵	JIS C 61000-3-2準拠	電気用品安全法準拠	4kV	電気用品安全法準拠	なし	－	40000時間	8～10年	－
	EVERLEDS BASE DOWN	150形タイプ NDNN73075LZ9	－	照射角95度	1695	70	5～35℃	内蔵	JIS C 61000-3-2準拠	電気用品安全法準拠	4kV	電気用品安全法準拠	なし	－	40000時間	8～10年	－
	EVERLEDS BASE DOWN	100形タイプ NDNN72075LZ9	－	照射角95度	1110	70	5～35℃	内蔵	JIS C 61000-3-2準拠	電気用品安全法準拠	4kV	電気用品安全法準拠	なし	－	40000時間	8～10年	－
	EVERLEDS BASE DOWN	60形タイプ NNN71015ZLE1	－	照射角95度	625	70	5～35℃	内蔵	JIS C 61000-3-2準拠	電気用品安全法準拠	4kV	電気用品安全法準拠	なし	－	40000時間	8～10年	壁スイッチに接続する場合、24台／回路以下に制限
	EVERLEDS BASE DOWN	40形タイプ NNN21000	－	照射角35度	300	70	5～35℃	内蔵	JIS C 61000-3-2準拠	電気用品安全法準拠	4kV	電気用品安全法準拠	なし	－	40000時間	8～10年	壁スイッチに接続する場合、24台／回路以下に制限
	EVERLEDS BASE DOWN	25形タイプ NNN21637	－	照射角20度	170	70	5～35℃	別置(1台)	JIS C 61000-3-2準拠	電気用品安全法準拠	4kV	電気用品安全法準拠	なし	－	40000時間	8～10年	－
三菱電機照明㈱	クラス900	EL-D9002	－	照射角90度	6840	85	5～35℃	別置(1台)	JIS C 61000-3-2準拠	電気用品安全法準拠	線間1.5Kv 線対地 6.0kv	電気用品安全法準拠	なし	なし	60000時間	平均寿命 10年	－
	クラス900	EL-D9003	－	照射角90度	6890	85	5～35℃	別置(1台)	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	－
	クラス900	EL-D9000	－	照射角90度	6760	85	5～35℃	別置(1台)	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	－
	クラス900	EL-D9001	－	照射角90度	6840	85	5～35℃	別置(1台)	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	－
	クラス700	EL-D7000	－	照射角90度	5190	85	5～35℃	別置(1台)	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	－
	クラス550	EL-D5503	－	照射角90度	3900	85	5～35℃	別置(1台)	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	－
	クラス550	EL-D5504	－	照射角90度	3800	85	5～35℃	別置(1台)	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	－
	クラス550	EL-D5506	－	照射角90度	4030	85	5～35℃	別置(1台)	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	－
	クラス300	EL-D3500	－	照射角90度	2600	85	5～35℃	別置(1台)	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	－
	クラス200	EL-D1823	－	照射角90度	1410	85	5～35℃	内蔵	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	－
	クラス150	EL-D1423	－	照射角90度	1130	85	5～35℃	内蔵	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	－
	クラス100	EL-D1023	－	照射角90度	790	85	5～35℃	内蔵	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	－
	クラス60	EL-D0523	－	照射角90度	400	85	5～35℃	別置(1台)	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	－
		上記の器具は60000時間、5年保証の器具となります。															

表-3.1.2（2） 各社の代表的なダウンライト形LED照明器具

■ LEDダウンライトに関する調査について

注記1 ・・・感電防止対策として、警報、インターロック回路、両ピン間の許容絶縁抵抗等の何らかの対策を講じている物。

メーカー名	器具シリーズ名	器具名又は種類	口金 ソケット形状	照射角 ユニバーサル	光束 (lm)	演色評価数 (Ra)	周囲温度 (℃)	電源装置 (内蔵、別置⇒台数)	高調波対策 (規格、方式等)	フリッカ対策 (規格、方式等)	雷サージ性能 (KV)	ノイズ対策 (規格、方式等)	感電防止回路等の有無 (注記1)	励磁突入電流による台数制限等	LEDモジュールの寿命 (年)	その他電源装置等の寿命(年)	その他備考
岩崎電気㈱	クラス60	EDL060011N/SA9	－	88°	520	75	5～35℃	内蔵	JIS C 61000-3-2準拠	電気用品安全法合格	線間3.0KV 線-アース間 6.0KV	電気用品安全法合格	－	無し	40000時間	－	－
		EDL060011L/SA9	－	88°	400	85	〃	〃	〃	〃	〃	〃	－	〃	〃	－	－
	クラス100	EDL100013N/SA9	－	99°	1120	75	5～35℃	内蔵	JIS C 61000-3-2準拠	電気用品安全法合格	線間3.0KV 線-アース間 6.0KV	電気用品安全法合格	－	無し	60000時間	－	－
		EDL100013WW/SA9	－	99°	890	85	〃	〃	〃	〃	〃	〃	－	〃	〃	－	－
		EDL100013L/SA9	－	99°	850	85	〃	〃	〃	〃	〃	〃	－	〃	〃	－	－
	クラス150	EDL150013N/SA9	－	99°	1570	75	5～35℃	内蔵	JIS C 61000-3-2準拠	電気用品安全法合格	線間3.0KV 線-アース間 6.0KV	電気用品安全法合格	－	無し	60000時間	－	－
		EDL150013WW/SA9	－	99°	1260	85	〃	〃	〃	〃	〃	〃	－	〃	〃	－	－
		EDL150013L/SA9	－	99°	1200	85	〃	〃	〃	〃	〃	〃	－	〃	〃	－	－
	クラス200	EDL200013N/SA9	－	99°	1930	75	5～35℃	内蔵	JIS C 61000-3-2準拠	電気用品安全法合格	線間3.0KV 線-アース間 6.0KV	電気用品安全法合格	－	無し	60000時間	－	－
		EDL200013WW/SA9	－	99°	1570	85	〃	〃	〃	〃	〃	〃	－	〃	〃	－	－
		EDL200013L/SA9	－	99°	1500	85	〃	〃	〃	〃	〃	〃	－	〃	〃	－	－
	クラス550	EDL550013DN/SA9	－	99°	5290	75	5～35℃	内蔵	JIS C 61000-3-2準拠	電気用品安全法合格	線間3.0KV 線-アース間 6.0KV	電気用品安全法合格	－	無し	60000時間	－	－
		EDL550013DWW/SA9	－	99°	4240	85	〃	〃	〃	〃	〃	〃	－	〃	〃	－	－
		EDL550013DL/SA9	－	99°	3960	85	〃	〃	〃	〃	〃	〃	－	〃	〃	－	－
	クラス700	EDL700015DN/SA9	－	99°	6860	75	5～35℃	内蔵	JIS C 61000-3-2準拠	電気用品安全法合格	線間3.0KV 線-アース間 6.0KV	電気用品安全法合格	－	無し	50000時間	－	ユニバーサルタイプ
		EDL700015DL/SA9	－	99°	5190	85	〃	〃	〃	〃	〃	〃	－	〃	〃	－	〃
	クラス75	EDU10000DN	－	※	660	70	5～35℃	別置	JIS C 61000-3-2準拠	電気用品安全法合格	線間3.0KV 線-アース間 対象外	電気用品安全法合格	－	無し	50000時間	－	ユニバーサルタイプ
		EDU10000DL	－	※	385	85	〃	〃	〃	〃	〃	〃	－	〃	〃	－	〃
	クラス100	EDU14600DN	－	※	910	70	5～35℃	別置	JIS C 61000-3-2準拠	電気用品安全法合格	線間3.0KV 線-アース間 対象外	電気用品安全法合格	－	無し	50000時間	－	ユニバーサルタイプ
		EDU14600DWW	－	※	740	85	〃	〃	〃	〃	〃	〃	－	〃	〃	－	〃
		EDU14600DL	－	※	660	85	〃	〃	〃	〃	〃	〃	－	〃	〃	－	〃
	クラス200	EDU35700DN/M	－	18°	2440	68	5～35℃	別置	JIS C 61000-3-2準拠	電気用品安全法合格	線間3.0KV 線-アース間 6.0KV	電気用品安全法合格	－	無し	40000時間	－	ユニバーサルタイプ
		EDU35700DN/W	－	38°	2400		〃	〃	〃	〃	〃	〃	－	〃	〃	－	〃
		EDU35700DWW/M	－	18°	1890	85	〃	〃	〃	〃	〃	〃	－	〃	〃	－	〃
		EDU35700DWW/W	－	38°	1810		〃	〃	〃	〃	〃	〃	－	〃	〃	－	〃
		EDU35700DL/M	－	18°	1870	85	〃	〃	〃	〃	〃	〃	－	〃	〃	－	〃
		EDU35700DL/W	－	38°	1790		〃	〃	〃	〃	〃	〃	－	〃	〃	－	〃

表-3.1.2 各社の代表的なダウンライト形LED照明器具（1）

■ LEDダウンライトに関する調査について

注記1 ・・・感電防止対策として、警報、インターロック回路、両ピン間の許容絶縁抵抗等の何らかの対策を講じている物。

メーカー名	器具シリーズ名	器具名又は種類	口金 ソケット形状	照射角 ユニバーサル	光束 (lm)	演色評価数 (Ra)	周囲温度 (℃)	電源装置 (内臓、別置⇒台数)	高調波対策 (規格、方式等)	フリッカ対策 (規格、方式等)	雷サージ性能 (KV)	ノイズ対策 (規格、方式等)	感電防止回路等の有無 (注記1)	励磁突入電流による台数制限等	LEDモジュールの寿命 (年)	その他電源装置等の寿命(年)	その他備考
岩崎電気(株)	クラス300	EDU47000DN/M	–	18°	3110	68	5° ～35°	別置	JIS C 61000-3-2準拠	電気用品安全法合格	線間3.0KV 線-アース間 6.0KV	電気用品安全法合格	–	–	40000時間	–	ユニバーサルタイプ
		EDU47000DN/W	–	38°	3060		〃	〃	〃	〃	〃	〃	–	–	〃	–	〃
		EDU47000DWW/M	–	18°	2550	85	〃	〃	〃	〃	〃	〃	–	–	〃	–	〃
		EDU47000DWW/W	–	38°	2440		〃	〃	〃	〃	〃	〃	–	–	〃	–	〃
		EDU47000DL/M	–	18°	2490	85	〃	〃	〃	〃	〃	〃	–	–	〃	–	〃
		EDU47000DL/W	–	38°	2380		〃	〃	〃	〃	〃	〃	–	–	〃	–	〃
			※ビーム角は別売のレンズユニットを付ける事により10° 15° 20° 30° に制御できます。														
山田照明	モノプスプロ	DD-3314-N/L	固定モジュール	22°	343/290	70(N)/80(L)	3～35	別置 1台	JIS C 61000-3-2準拠	PSE	線間1.0KV 線-アース間 2.0KV	PSE	有：絶縁型LEDドライバ	15A以下／回路	40000時間	–	要：専用電源TG-304
	モノプスプロ	DD-3315-N/L	固定モジュール	22°	349/295	70(N)/80(L)	3～35	別置 1台	〃	〃	〃	〃	〃	〃	40000時間	–	要：専用電源TG-304
	モノプスプロ	DD-3316-N/L	固定モジュール	43°	465/410	70(N)/80(L)	3～35	別置 1台	〃	〃	〃	〃	〃	〃	40000時間	–	要：専用電源TG-304
	モノプスプロ	DD-3317-N/L	固定モジュール	43°	349/295	70(N)/80(L)	3～35	別置 1台	〃	〃	〃	〃	〃	〃	40000時間	–	要：専用電源TG-304
	ユニコーンプラス	DD-3184-N	固定モジュール	41°	829	70	3～35	内蔵	〃	〃	〃	〃	〃	〃	40000時間	–	調光対応：位相制御
	ユニコーンプラス	DD-3184-L	固定モジュール	41°	670	80	3～35	内蔵	〃	〃	〃	〃	〃	〃	40000時間	–	調光対応：位相制御
	ユニコーンプラス	DD-3183-N	固定モジュール	28°	613	70	3～35	内蔵	〃	〃	〃	〃	〃	〃	40000時間	–	調光対応：位相制御
	ユニコーンプラス	DD-3183-L	固定モジュール	28°	495	80	3～35	内蔵	〃	〃	〃	〃	〃	〃	40000時間	–	調光対応：位相制御
	ユニコーンプラス	DD-3187-N	固定モジュール	ウォールウォッシャー	862	70	3～35	内蔵	〃	〃	〃	〃	〃	〃	40000時間	–	調光対応：位相制御
	ユニコーンプラス	DD-3187-L	固定モジュール	ウォールウォッシャー	697	80	3～35	内蔵	〃	〃	〃	〃	〃	〃	40000時間	–	調光対応：位相制御
	ユニコーンプラス	DD-3207-N	固定モジュール	60°	2734	70	3～35	内蔵	〃	〃	〃	〃	〃	〃	40000時間	–	調光対応：位相制御
	ユニコーンプラス	DD-3207-L	固定モジュール	60°	2211	80	3～35	内蔵	〃	〃	〃	〃	〃	〃	40000時間	–	調光対応：位相制御
	ユニコーンプラス	DD-3206-N	固定モジュール	26°	2702	70	3～35	内蔵	〃	〃	〃	〃	〃	〃	40000時間	–	調光対応：位相制御
	ユニコーンプラス	DD-3206-L	固定モジュール	26°	2185	80	3～35	内蔵	〃	〃	〃	〃	〃	〃	40000時間	–	調光対応：位相制御
	ユニコーンプラス	DD-3214-N	固定モジュール	ウォールウォッシャー	1702	70	3～35	内蔵	〃	〃	〃	〃	〃	〃	40000時間	–	調光対応：位相制御
	ユニコーンプラス	DD-3215-L	固定モジュール	ウォールウォッシャー	1376	80	3～35	内蔵	〃	〃	〃	〃	〃	〃	40000時間	–	調光対応：位相制御
	ユニバーサルダウン	DD-3068-N/L	固定モジュール	—	625/365	70(N)/90(L)	3～35	内蔵	〃	〃	〃	〃	〃	〃	40000時間	–	調光対応：位相制御
	MasterLED MR16	DD-3099	GU5.3 交換型ランプ	ベース	370	80	3～35	別置 1台	〃	〃	〃	〃	〃	〃	40000時間	–	要：専用電源TG-348
	MasterLED MR16	DD-3101	GU5.3 交換型ランプ	アジャスタブル	370	80	3～35	別置 1台	〃	〃	〃	〃	〃	〃	40000時間	–	要：専用電源TG-348
	MasterLED MR16	DD-3110	GU5.3 交換型ランプ	ベース	370	80	3～35	別置 1台	〃	〃	〃	〃	〃	〃	40000時間	–	要：専用電源TG-348
	MasterLED MR16	DD-3111	GU5.3 交換型ランプ	アジャスタブル	370	80	3～35	別置 1台	〃	〃	〃	〃	〃	〃	40000時間	–	要：専用電源TG-348
大光電機	高気密S型ダウン	DDL-8225YW	—	1/2照度角60°	420	85	-5～35℃	内臓	JIS C 61000-3-2準拠	完全直流	4KV	電気用品安全法	—	不明	60000時間	80000時間	
	LZ1ベースダウン	LZD-60725LW	—	1/2照度角40°	760	83	-5～35℃	別置	JIS C 61000-3-2準拠	完全直流	4KV	電気用品安全法	—	不明	40000時間	60000時間	

表-3.1.3 各社の代表的な投光器形照明器具

<table>
<tr><th>メーカ</th><th>照明器具の種類</th><th>品番または形名</th><th>消費電力[W]</th><th>器具光束[lm]</th><th>固有エネルギー消費効率[lm/W]</th><th>演色性</th><th>調光範囲[%]</th><th>光源寿命[時間]</th><th>電源ユニット</th><th>備　考</th></tr>
<tr><td rowspan="3">パナソニック㈱</td><td>水銀灯250形相当</td><td>NNY24540K LF9</td><td>69.0</td><td>6,400</td><td>100</td><td rowspan="2">70</td><td rowspan="2">タイマー段調光</td><td rowspan="2">60,000</td><td rowspan="2">内蔵</td><td rowspan="2">フロント配光、昼白色</td></tr>
<tr><td>水銀灯400形相当</td><td>NNY24560K LF9</td><td>128.0</td><td>12,150</td><td>94.9</td></tr>
<tr><td colspan="2">その他ラインアップ</td><td colspan="8">集光形配光、重耐塩害仕様(但し、調光不可)、電球色</td></tr>
<tr><td rowspan="5">東芝ライテック㈱</td><td>250形
ﾒﾀﾙﾊﾗｲﾄﾞﾗﾝﾌﾟ器具相当</td><td>LEDS-10401WM-LDJ</td><td>150.0</td><td>13,600</td><td>90.7</td><td rowspan="2">70</td><td rowspan="2">約5～100</td><td rowspan="2">60,000</td><td rowspan="2">内蔵</td><td rowspan="2">中角形、耐塩耐食形、昼白色</td></tr>
<tr><td>400形
ﾒﾀﾙﾊﾗｲﾄﾞﾗﾝﾌﾟ器具相当</td><td>LEDS-20401WM-LDJ</td><td>225.0</td><td>20,400</td><td>90.7</td></tr>
<tr><td colspan="2">その他ラインアップ</td><td colspan="8">狭角形、広角形、重耐塩耐食形</td></tr>
<tr><td>400W
水銀ランプ投光器相当</td><td>LEDS-15401WM</td><td>144.0</td><td>10,910</td><td>75.8</td><td>70</td><td>50%段調光</td><td>60,000</td><td>別置</td><td>中照形、耐塩耐食形、昼白色</td></tr>
<tr><td colspan="2">その他ラインアップ</td><td colspan="8">狭照形、広照形、重耐塩耐食形、250W水銀ランプ投光器相当</td></tr>
<tr><td rowspan="3">三菱電機照明㈱</td><td>クラス200
バラストレス水銀ランプ
160W相当</td><td>EL-S1900L/W</td><td>35.0</td><td>1,380</td><td>39.4</td><td>85</td><td rowspan="2">調光不可</td><td>40,000</td><td rowspan="2">内蔵</td><td rowspan="2">広角配光、防雨形、昼白色</td></tr>
<tr><td>クラス500
バラストレス水銀ランプ
500W相当</td><td>EL-S5000N/H</td><td>75.0</td><td>5,050</td><td>67.3</td><td>70</td><td>60,000</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="8">中角配光(500W相当のみ)</td></tr>
</table>

※記載内容は、パナソニック㈱のカタログ2013年4月現在のものを抜粋

※記載内容は、東芝ライテック㈱のカタログ平成25年4月現在のものを抜粋

表-3.1.4 各社の代表的な高天井形照明器具

メーカ	照明器具の種類	品番または形名	消費電力[W]	器具光束[lm]	固有エネルギー消費効率[lm/W]	演色性	調光範囲[%]	光源寿命[時間]	電源ユニット	備考
パナソニック㈱	ﾒﾀﾙﾊﾗｲﾄﾞﾗﾝﾌﾟ250形器具相当	NNY20523 LF9	130	13,500	103.8	70	調光不可	60,000	内蔵	直付型 中角タイプ、昼白色
	ﾒﾀﾙﾊﾗｲﾄﾞﾗﾝﾌﾟ400形器具相当	NNY20543 LF9	200	21,000	105	70				
	水銀ランプ700W相当	NNY20563 LF9	254	27,670	108.9	70				
	その他ラインアップ		広角タイプ、チェーン吊型							
東芝ライテック㈱	250形 ﾒﾀﾙﾊﾗｲﾄﾞﾗﾝﾌﾟ器具相当	LEDJ-10014N-DJ2	101	10,800	106.9	70	約5～100	60,000	内蔵	中角タイプ、昼白色
	400形 ﾒﾀﾙﾊﾗｲﾄﾞﾗﾝﾌﾟ器具相当	LEDJ-20024N-DJ2	202	21,600	106.9					
	1000形 ﾒﾀﾙﾊﾗｲﾄﾞﾗﾝﾌﾟ器具相当	LEDJ-40043N-DJ2	404	43,200	106.9					
	その他ラインアップ		広角タイプ							
三菱電機照明㈱	水銀ランプ250W相当	EL-C10000L	94	7,650	81.4	85	5～100	60,000	内蔵	広角配光、直付形、昼白色
	水銀ランプ400W相当	EL-C15005L	145	12,800	88.3					
	水銀ランプ700W相当	EL-C30002L	279	23,900	85.7					
	その他ラインアップ		中角配光、電源別置形、耐塩、低温							

※記載内容は、パナソニック㈱のカタログ2013年4月現在のものを抜粋

※記載内容は、東芝ライテック㈱のカタログ平成25年4月現在のものを抜粋

※記載内容は、三菱電機照明㈱のカタログ2013年7月現在のものを抜粋

3.1　LED 照明器具

3.1.1　ベースライト形

ベースライト形は、器具形状からストレートタイプ、スクェアタイプ及びシステム天井タイプに分類され、取付方式から埋込型、直付型に分類される。更に、長寿命の観点から LED ランプの交換を意識しない LED ランプ一体形と、既存の蛍光ランプ器具と同様にランプを交換する事が可能な LED ランプ交換形に分類される。スクェアタイプでは 350 角、450 角、600 角と建築材との整合性などの観点から従来の蛍光灯器具同様のサイズのものが主流になっている。同様にストレートタイプに於いてもスムーズなリニューアルに対応出来るように、現行の蛍光ランプ器具と同系の寸法を採用するケースが多く見られる。

ベースライト形は、グロースタータ式やラピッドスタート式の蛍光灯の代替品としてリニューアル工事向けが最初であったが、最近はインバータ方式の高効率高周波点灯形蛍光灯（Hf）の代替品として、器具光束 6,000 ﾙｰﾒﾝ超の高出力器具が出現している。発光効率も 2010 年 10 月の段階では 85 ﾙｰﾒﾝ／W を超える器具が製品化されている程度であったが、2012 年 7 月現在では、高周波点灯形蛍光灯（Hf）の 110 ﾙｰﾒﾝを凌ぐ 120 ﾙｰﾒﾝ／W の高効率器具が製品化されてきた。コスト面でまだ高周波点灯形蛍光灯には及ばないが、長寿命・連続調光機能等の特性と、LED 素子の開発と共に性能が目覚ましく向上していること考えれば、将来への期待は大きいものがあり、従来の照明器具に匹敵する LED 照明器具のラインナップが整いつつある。表-3.1.1 に各社のベースライト形 LED 照明器具の特長を示す。

3.1.2　ダウンライト形

ダウンライト用ランプは白熱電球やクリプトン電球を用いているものが主流だったが、省電力・長寿命の観点から、近年はコンパクト形蛍光ランプが主流となっている。しかし最近は、LED の高効率化と共に、コンパクト形蛍光ランプ代替をねらった高出力タイプのダウンライト形 LED 照明器具が各社ラインナップされてきている。

全般照明の代替器具として LED 照明器具が取り沙汰される先駆けはダウンライト形であり、当初は廊下など演色性を重視する必要のないところで採用されたこともあって、演色性よりも発光効率が重視され、ランニングコスト含めたトータルコスト面で、比較的高くないイメージでの価格設定がなされ普及に繋がっていった。このようにダウンライト形は、最も早くから発売されていた器具種であるため、研究開発も進んでおり、光学制御レンズの進歩によるムラの少ない光や、高演色性（Ra85 以上）の光を持つ器具など日々技術開発が成されている。また、放熱技術の進歩により LED モジュールの高密度実装化が可能になり、HID ランプに相当する 5,500 ﾙｰﾒﾝ超の器具の出現や、集積型 LED モジュールを採用し 100 ﾙｰﾒﾝ／W を超える器具の開発など、器具の種類の中では一番実用に足る器具と言える。表-3.1.2 に各社のダウンライト形 LED 照明器具の特長を示す。

3.1.3　シーリングライト形

シーリングライト形 LED 照明の出現により、高効率インバータ丸型蛍光灯器具は主流であった住宅照明は様変わりをしようとしている。LED 照明の調色・調光機能を利用して、生活のリズムに合わせたサーカディアン照明制御[※1]など、新たな光演出が盛んに研究されている。

注記. ※1　人間の身体は約 25 時間周期で睡眠と覚醒を繰り返すリズム（サーカディアンリズム）を持っていることがわかっているが、1 日 24 時間周期と生体リズムには 1 時間のずれがあるが、太陽の光を受けることで体内時計をリセットし、ずれを調整していると云われている。オフィスや家庭に於いて人体リズムに沿った光環境を演出することにより、健康的な生活空間を作る研究が行われている。

3.1.4　スポットライト形

スポットライト形 LED 照明は、光の直進性を利用して照射する中心部の明るさを強くでき、ベース

照明と組合せても映えるスポット光を作り出すことが可能である。調光機能により最適な明るさの調整が可能であるだけでなく、調光機能付きスポットライト形 LED 照明複数台で照射物への明るさを加減することにより、効果的な陰影を作り出し立体感のある照明演出が可能である。また、赤外線・紫外線をほとんど含まないため、照射物を傷めない光である点も重要である。

尚、スポットライト形 LED 照明により連続して壁面などを照射する場合は、色むらに注意が必要である。

3.1.5　投光器形

投光器形の LED モジュールは、HID 代替として開発が進められ、最近では 1kW 形メタルハライドランプ相当の製品も市場に出回るようになってきている。長寿命で省メンテナンス性を有することや、光の照射角を狭くすることが可能であり、不必要な光や光の漏れを極力少なくすることができ、光害対策面で有利であること。また、紫外線をほとんど放出しないため、誘虫性が低く周辺の生態系への影響が少ないこと、待機時間が無くすぐ明るくなる特徴から期待度は高い。しかし、現在市販されている高効率の HID ランプと比較すると、器具表示には水銀灯○○W 相当と記載れていても、性能的にはまだ在来光源レベルに到達していない製品が多いので注意が必要である。表-3.1.3 に各社の投光器形 LED 照明器具の特長を示す。

3.1.6　高天井形

投光器形同様に HID 代替として開発が進められているものと、蛍光灯の延長線上で面光源として開発が進められているものとあるが、どちらも 60,000 時間を超える長寿命であることから年間点灯時間によっては、従来の HID ランプのように交換のための昇降装置を考慮する必要がないなどの利点がある。また、瞬時点灯・瞬時再点灯が可能で、従来の HID ランプでは補完設備を考慮する必要があった施設でも、その必要がなく幅広い用途が考えられる。表-3.1.4 各社の高天井形 LED 照明器具の特長を示す。

3.1.7　屋外灯

LED モジュールは、その構造上光の指向性が高く、高輝度・低立体角の光源であり、言い換えると「強い細い光」であるため、当初の屋外灯に使用された LED ランプは不快グレアが強く、固有エネルギー消費効率を高めるため色温度が高く、まぶしい割には暗く感じる視認性の良くない光であった。また、既存の屋外灯のランプを LED ランプに取り換えたことによる受信障害の発生、フリッカ（ちらつき）の発生、防湿対策や放熱対策不足の LED 照明器具によるランプの変色などのトラブルの報告があり、従来光源に追いつくのにはまだ時間が要する印象があった。しかし、最近の LED 街路灯の進歩は目を見張るものがあり、省エネ性、長寿命※2 及び省メンテナンス性を背景に今後とも進んで行くものと考える。

注記.　※2　街路灯、防犯灯向けの LED モジュール寿命は薄暮から早朝までの長時間点灯を考慮して、60,000 時間が各社の標準になっている。

(1) 街路灯

LED 街路灯は従来光源に比べ、制御装置の小形化が可能で、LED モジュールの組合せで光源を製作するため、デザイン性に優れており、既存のポールが使用できるなどリニューアルに向いている。また、トラブル時の全不点灯を避けるため複数の制御装置※3 でシステムを構成し、制御装置にトルブルが発生しても全消灯にならない方式などが、比較的簡単に製作できるなどの利点がある。

LED 化については、環境省が主体となった「小規模地方公共団体における LED 街路灯導入促進事業」などが平成 24 年度に実施され、従来光源から LED 照明へ移行を促進する動きなどが活発であり、

今後ともLED化が進むことが予想される。(一社) 日本照明工業会ではLED光源の街路灯が普及し始めていることを勘案して、2013年8月15日に「LED防犯灯、街路灯の性能要求事項について」を作成しホームページに公開している。その中から表-3.1.5にLED街路灯の性能要求事項を示す。

注記. ※3 高速道路向け照明で、複数の制御装置でシステムを構成し、制御装置にトラブルが発生しても、正常な制御装置とLED照明が出力を上昇させ、不足分の光束を補い照度を低下させない製品もある。

表-3.1.5 LED街路灯の性能要求事項

項　目		要求事項	基準規格	試験規格
寿　命	光源寿命	光束維持率 70%で40,000h以上	JIL 5004	JIS C 8155 附属書C
EMC	高調波電流	クラスC	JIS C 61000-3-2	JIS C 61000-3-2
	耐雷サージ	クラスX(大地間:15kV、線間:2kV)	JIS C 61000-4-5	JIS C 61000-4-5
安全性	構造等	JIS C 8105-2-3		
その他の性能	性能	JIS C 8105-3 附属書A		

(2) 防犯灯

防犯灯は歩行者・車などが安全に、安心して通行できるように、通行量、周囲の明るさ、犯罪の発生する危険性の割合などに応じて、照度を設定する必要がある。防犯の観点からは明るさと・暗がりのむらが出来ないようにする必要があり、最近問題になっている光害※4についても配慮が必要である。表-3.1.6に防犯照明の推奨基準を示すが、少なくともクラスBの明るさの確保が望まれているが、LED照明の出現により指向性の強い光源に対応する基準として、新たにクラスB^{+}が追加された。

また、LED 照明などの高効率照明の出現により、電力会社の電気料金区分にも変化が生じている。定額電灯・公衆街路灯Aが「20Wまでの1灯につき」から、「10Wまでの1灯につき」と「10Wをこえ20Wまでの1灯につき」の2つに分けられ、10W以下であれば従来の2／3程度の電気料金で利用できるように2011年12月1日からなっている。表-3.1.7に(一社) 日本照明工業会がホームページに公開した「LED防犯灯、街路灯の性能要求事項について」の内、防犯灯の性能要求事項を示すが、10W以下の場合クラスB^{+}で防犯灯設置間隔性能が12m以上を求められている。最近のLED照明の技術開発を反映して、すでに17mを超える器具が製品化されている状況である。

注記. ※4 光対策ガイドライン(環境省)では、良好な「照明環境」の形成が、漏れ光によって阻害されている状況又はそれによる悪影響を「光害」と定義し、狭義には障害光による悪影響をさすとしている。LED照明は指向性の強い光源であるため、公害対策に適した照明器具と云われている。

表-3.1.6 防犯照明の推奨基準

	クラスA	クラスB	クラスB^{+}
視認性	4m先の歩行者の顔の概要(目、鼻、口の位置)が識別できる明るさ	4m先の歩行者の顔の向きや挙動姿勢などが分かる明るさ	4m先の歩行者の顔の向きや挙動姿勢などが分り道路面が明るい
水平面照度(平均値)	道路の路面上の平均照度が、5.0 ℓx	道路の路面上の平均照度が、3.0 ℓx	道路の路面上の平均照度が、3.0 ℓx
鉛直面照度(最少値)	道路中心線上で路面より1.5mの高さの鉛直面での最少照度が、1.0 ℓx	道路中心線上で路面より1.5mの高さの鉛直面での最少照度が、0.5 ℓx	道路中心線上で路面より1.5mの高さ、並びに道路両端部の1.5mの高さの鉛直面での最少照度が、0.5 ℓx

注記. (一社)日本防犯設備協会 技術標準SES E 1901-3:2012改正(防犯灯の照度基準)より

表-3.1.7　防犯灯の性能要求事項

項目		要求事項			基準規格	試験規格
		10VA以下	20VA以下	40VA以下		
光特性	姿図 （参考例；岩崎電気）				 寸法は参考値とする	
	相関色温度	4,600K～8,000K			JIL 5004	JIS C 8105-3
	平均演色評価数	65　以上			JIL 5004	JIS C 8105-3
	固有エネルギー消費効率	70 lm／W以上				JIS C 8105-5
	防犯灯照度基準ランク	ランクSS以上	ランクS以上	ランクM以上	SES E1901-3	JIS C 8105-5配光測定による光度値より計算
	防犯灯設置間隔性能 （クラスB⁺）	12m以上	17m以上	22m以上	SES E1901-3	
	上方光束比	5%以下（器具水平にて）			環境省光害対策ガイドライン	
寿命	光源寿命	光束維持率70%で40,000時間以上				JIS C 8155附属書C
入力	電力会社申請入力容量	10VA以上	20VA以上	40VA以上		JIS C 8105-3
	定格電圧	100V±6%以内				
	定格消費電力	10W以下	20W以下	40W以下		JIS C 8105-3
EMC	高調波電流	クラスC			JIS C 61000-3-2	←
	耐雷サージ	クラスX（大地間：15kV、線間：2kV）			JIS C 61000-4-5	←
構造	取付部の荷重	取付部から10cmの位置で105kgに耐えること				
	防塵・防水性能	IP23以上			JIS C 8105-2-3	←
	自動点滅器	内蔵の場合は、点灯照度は5～100lxで消灯照度は点灯照度の5倍以下				JIS C 8369
	LED制御装置	器具に内蔵していること				
材質	本体	SPC、SUS、ADC、耐候性樹脂のいずれか			JIL5004	←
	照明カバー	アクリル樹脂と同等以上の耐候性を有するもの			JIL5004	←

3.1.8　防災照明

(1) 非常用照明器具

省電力で長寿命であるLED照明器具は、この点では非常用照明器具に適している照明器具と云えるが、非常用照明器具として現在認められているのは白熱電球と蛍光灯だけであり、LED照明器具を非常用照明器具に適用させるためには、建築基準法、電気用品安全法、労働安全衛生法、JIL5501（非常用照明器具技術基準）等の関連する法規・規格の改正が必要になる。

非常用照明器具としての基本要求事項4項目を以下に示すが、LED照明にとって放熱対策が最も重要であり、高温環境での使用が難しいため、現在のところ適合するLED照明器具はない。

① 直接照明で、床面において水平面照度で1ﾙｸｽ（蛍光灯の場合は、高温環境で照度が低下することを踏まえて2ﾙｸｽ）以上確保できること。尚、地下街の地下道は10ﾙｸｽ以上であること。

② 常用電源が断たれた時、予備電源により即時点灯する光源を有すること。

③ 周囲温度140℃の雰囲気の中で30分間点灯を維持できるものであること。

④ 照明カバー、その他付属するものを含み、主要な部品は不燃材にて造り、また覆うこと。

(2) 誘導灯

誘導灯及び誘導標識の基準（平成11年3月17日　消防庁告示）で、誘導灯の構造及び性能は、JIS

C 8105-1 及び JIS C 8105-3 に規定されているほか、構造では 10 項目の基準に適合していることが求められている。熱に関係する構造面での基準は 2 項目であり、以下の通りである。

① 表示面及び照射面に用いる材料は、JIS C 8105-1 の耐炎性に適合するものであること。

② 次に掲げる温度は、それぞれにおいて定める温度に適合するものであること。

- 誘導灯の表面及び器具に内蔵する巻線の点灯時の温度は、定格電圧の 130%の電圧を加えた場合において、JIS C 8105-1 に定める温度以下であること。
- 器具に内蔵するインバータの表面の点灯時の温度は、最大使用電圧を加えた場合において、135℃以下であること。

この基準は放熱対策が需要な LED 照明器具でも適合可能であるため、平成 21 年 9 月 30 日改正の消防関連法規「長時間定格誘導灯の設置義務拡大」※5 を機に、LED 誘導灯が多用されるようになっており、最近では冷陰極蛍光ランプを光源とする誘導灯に代わって高輝度誘導灯の約 8 割を占めるまでに成長してきている。

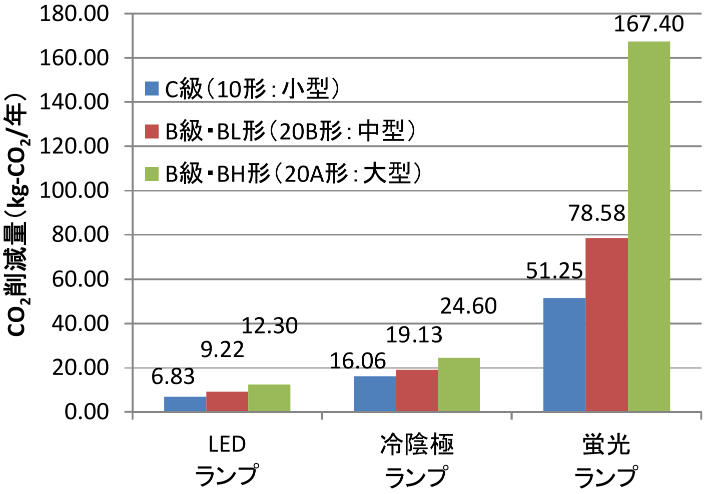


図-3.1.3 光源別・タイプ別の各誘導灯の消費電力の比較

LED 光源は、直進性が強く、直線方向へ光を照射するに最適の避難誘導光源であり、図-3.1.3 の誘導灯の消費電力比較に示すように、高い省エネ性（蛍光ランプの 1/10、冷陰極蛍光ランプの 1/2 の消費電力）を持ち、蛍光ランプのようにランプ割れの心配もなく、光源寿命が 60,000 時間と長くランプ交換の必要が無いなどのメリットを持つ。更に、水銀レス・カドミウムフリー（ニッケル水素電池化が進んでいる）など、脱有害物質の面からも配慮された防災照明といえる。

注記. ※5 消防法令の改正「消防法施行規則等の一部を改正する省令」、「誘導灯及び誘導標識の基準の一部を改正する告示」（平成 21 年 9 月 30 日改正、平成 22 年 9 月 1 日施行）により、誘導灯の非常電源を 60 分間、有効に作動できる容量以上とする防火対象物に、延べ面積 50,000m2 以上、地階を除く階数が 15 階以上で延べ面積 30,000 m2、延べ面積 1,000 m2 の地下街などの防火対象物に加えて、地下駅舎の乗降場・階段・通路などが防火対象物として新たに追加された。また、平成 11 年以前に建てられた対象外の防火対象物にも、60 分間有効に作動できる容量の誘導灯の設置が義務づけられた。

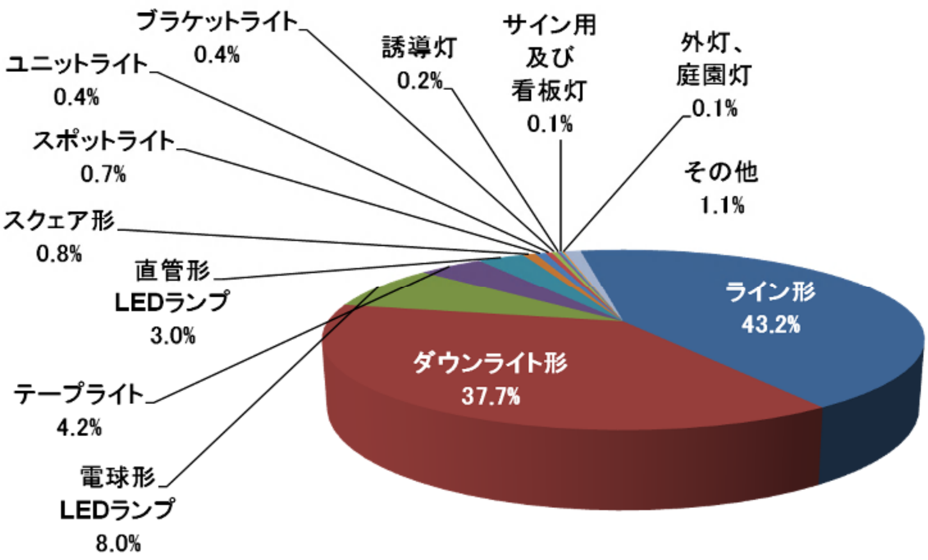
3.1.9 アンケートによる器具の種類

(一社)日本電設工業協会では、LED 照明の課題と問題点を認識して対応して行く必要があるとし、平成 22 年 6 月時点での会員企業の「LED 照明の施工状況」を把握する目的で、16 社に対してアンケート調査依頼を行った。アンケート期間は 6 月 1 日～6 月 25 日の短期間では合ったが、各社の協力のもと 492 件の回答件数を得た。新築工事で採用した件数が 283 件と全体の 58%であり、使用された器具台数は 141,267 台であった。アンケートの結果を図-3.1.3「調査結果の器具種類別グラフ」として示すが、使用された器具全体の 81%がダウンライト形とライン形、11%が直管形 LED ランプと電球形 LED ランプであり、一般照明用の LED 照明器具及びランプ類であった。その他では、景観照明用テープライト等、コンパクトでありデザイン性を要求される部分に使用される器具が 4%であった。また、器具台数 141,267 台の中で採用された海外製品は 3,655 台であり、3%未満と少なく、品質面やアフターメンテなどの観点から考慮すると予想通りの結果であった。

調査は平成 22 年 6 月と 3 年前であり、ダウンライト形とライン形・スクェア形・直管形 LED ラン

プなどのベースライト形が大半を占めていた。ベースライト形の内 83%はライン形（ストレートタイプ）であり、基本照明用途として直接被写体を照らす目的の器具が多かったことと、演色性に重きを要しない工場などに多く採用されたことも挙げられる。

アンケート調査以降の LED 照明器具及びランプ類の技術革新は目覚ましいものがあり、演色性の改善、器具効率の向上に伴って事務室などの執務空間にも多数採用され始めており、更に進展して行くことが予想される。また、効果的に被写体を照らす直接照明だけでなく、間接照明や多彩なスペクトルを生かした空間を演出する機能が要求される分野など、LED 照明の特徴を生かした幅広い種類の器具が伸びて行くものと考えられる。



器具種類	数量
ライン形	61,094
ダウンライト形	53,230
電球形LEDランプ	11,281
テープライト	5,984
直管形LEDランプ	4,298
スクェア形	1,161
スポットライト	943
ユニットライト	609
ブラケットライト	496
誘導灯	282
サイン・看板灯	201
外灯・庭園灯	182
その他	1,506
計	141,267

図-3.1.3　アンケート調査結果の器具種類別グラフ

3.2　LED ランプ

LED ランプは、既存の照明器具をそのまま使用できる簡便さから、急速に使用台数が伸びてきている。直管 LED ランプの場合は、改造なしで直管蛍光ランプの代替として取り付けるタイプもあるが、大半は器具を改造して取り付けるタイプであり、電球形 LED ランプのように既存の白熱電球に代替して使用することができ、使用者自らランプを交換できるタイプが大半である。どちらも手軽又は、比較的簡単な工事で、省エネルギーが図れる手法として急速に普及が進んでいる。図-3.2.1 にランプ類の出荷台数の推移をグラフに示す。図-3.1.1 の LED 照明器具の台数 1,049 万台に比べると 2,554 万台と 2.4 倍の導入数がある。

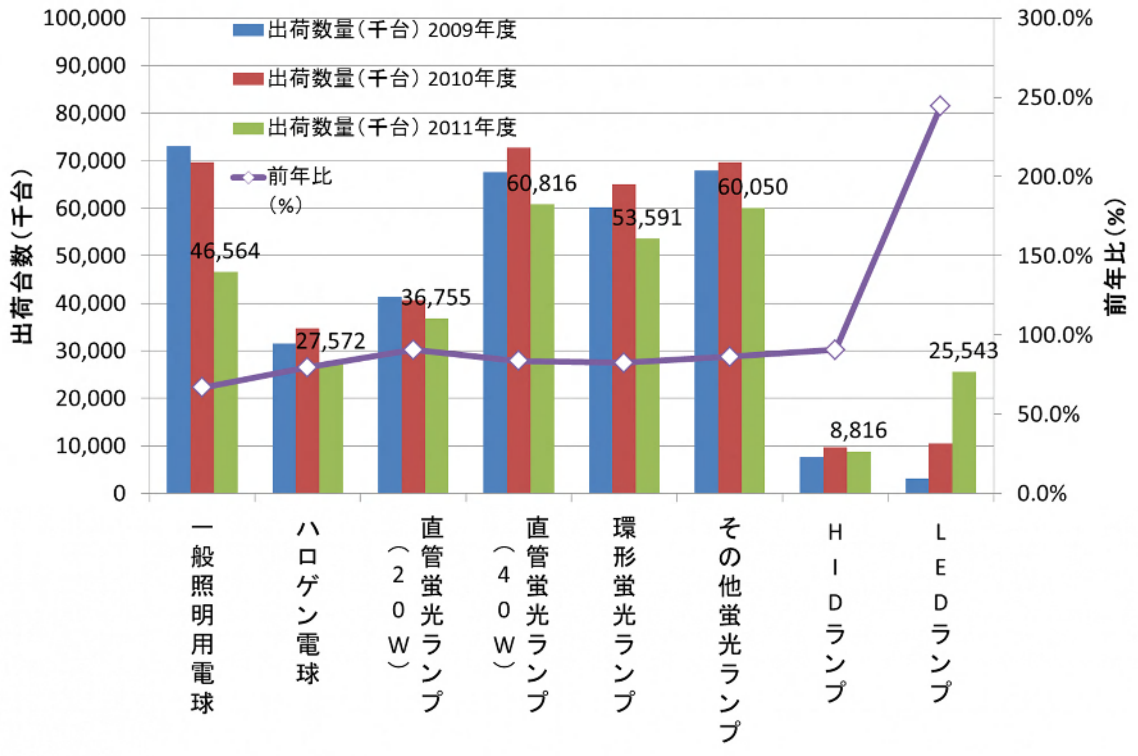


図-3.2.1　ランプ類の出荷台数の推移（日本電球工業会自主統計数値）より）

3.2.1　直管 LED ランプについて

直管 LED ランプは、図-3.2.2 の国内市場動向に示すように、2012 年には数量ベースでは直管蛍光ランプの 6%程度であるが、金額ベースでは 97%と同程度になっている。その直管 LED ランプには、口金が従来の直管蛍光ランプと同じものがあって、一部の使用者に蛍光ランプの直接的な代替品であるかのように誤認され、それに起因した問題も生じている。また、LED ランプの製造業者及び販売業者の中には、今まで照明装置とは関係が薄い分野から参入している業者があり、照明装置に対する安全性及び性能に対する認識が必ずしも十分でないことから、製品への苦情も発生している。このため経済産業省では、使用・消費者の安全性向上並びに、省エネ性能の優れた LED 照明の普及の観点から、誤使用を防止する専用口金について日本工業規格化※6 を進めている。また、（一社）日本照明工業会では、直管蛍光ランプの代替として使用されている LED ランプの性能が必ずしも十分でない製品が市場に出回っており、日常生活の視環境を損なう危険性があるとして、2013 年 4 月 17 日に「高品質照明用 LED 光源における性能要求事項」※6 を制定し、LED 光源の性能を確保することを薦めている。

直管 LED ランプを大別すると、従来の蛍光灯ランプと同じ口金を採用し構造的に互換性を有するタイプと、専用口金を採用したタイプに分かれる。

注記　※6　LED 専用口金 GX16t-5 を採用した直管 LED ランプの安全性について、日本工業規格を平成 25 年 4 月 22 日に制定。（第 5 章参照）

※6　「高品質照明用 LED 光源における性能要求事項」は、電球形 LED ランプや直管 LED ランプの性能が十分でなく、置換えることにより必要な照明条件が実現できない問題が生じていることから、このような問題を解決するため、LED 光源の性能を確保するための要求事項を定めたもの。

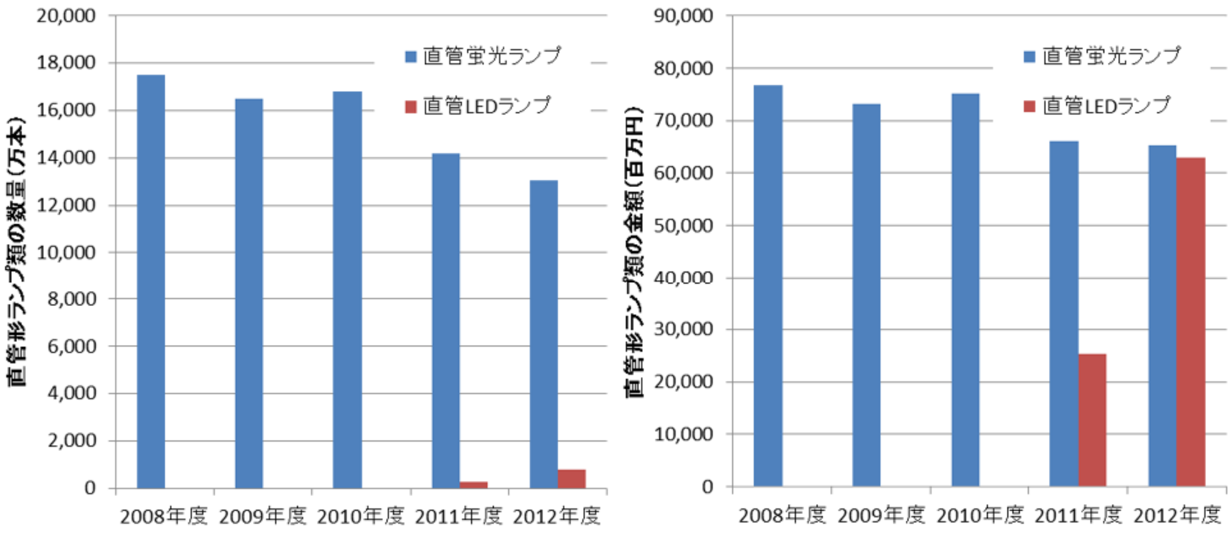


図-3.2.2　直管ランプ類の国内市場動向（(一社)日本照明工業会自主統計による）

3.2.2　直管 LED ランプ（従来品と構造的に互換性を有するタイプ）

従来の蛍光ランプと構造的に互換性を有する口金を有する直管 LED ランプは、既設蛍光灯照明器具に装着して使用することを目的としており、40W 相当品の口金形式は G13 で、110W 相当品の口金形式は R17d である。双方とも、結線方法によって表-3.2.1 に示すように 7 種類がある。制御装置別に分類すると制御装置を内蔵しているものと非内蔵形の 2 つに大別される。更に制御装置内蔵形については、商用電源に直結する商用電源直結形と蛍光灯器具に内蔵されている安定器をそのまま使用できる既設安定器接続形がある。商用電源直結形は結線方法で 3 つのタイプがあり、既設安定器接続形は接続される安定器のタイプによって 3 タイプに区分される。制御装置非内蔵形は、蛍光灯照明器具だけを使用し器具内配線を切断して、既設安定器の代わりに制御装置も新設するものである。

(1)　結線方法による種類

a.　商用電源直結形

このタイプは LED ランプの両端間あるいは片側口金ピン間に商用電源を直接印加するタイプで、ランプ装着前に既設の器具内配線を切断し、結線をやり直す改造工事を要する。改造工事を施された器具には、以前の蛍光ランプや種類の異なる直管 LED ランプが、再び使用されることが出来ないため、発煙、発火、感電などの安全上の問題が残る。尚、改造した場合は適合ランプを明記したステッカーを器具に貼る等して、誤装着させない対策を行っている製造業者もあるが、根本的な対策になっていない。現在のところ日本工業規格（JIS）において標準仕様を定めた規格が存在しないため、(一社)日本電球工業会及び（一社）日本照明器具工業会ではホームページに見解を公開する等、様々な方法で注意を促すと共に、互換性と安全性を念頭に規格化を進めている。

b.　既設安定器接続形

既設器具にそのまま装着するタイプは、接続する既設蛍光灯安定器のタイプによって、グロースタータ式、ラピッドスタート式、及び電子式（インバータ式：高周波点灯方式）の 3 タイプがあり、例えば各タイプの中でも回路方式が一様ではなく、全ての回路方式に対応できる既設安定器接続形の直管 LED ランプはない。従って、既設蛍光灯の安定器と直管 LED ランプの組合せが適正で、且つ安全に動作することの確認が重要である。一部の製品では電子式の器具には使用できない等の、使用できる範囲を明記しているものもあるが、一般消費者には蛍光灯器具に使用している安定器の判別は難しく、誤使用による混乱が起こらないような配慮が不可欠の製品である。しかし、一般消費者でも自由

にランプを取替えることが可能なタイプであるため対応が難しく、直管 LED ランプに対する正しい知識を持ってもらうしかないのが現状である。一部の製造業者では、安全上の懸念事項があることを公表して、注意※7 を促している。

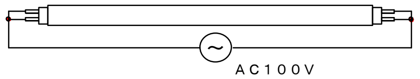
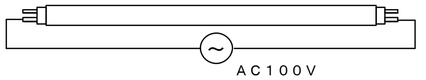
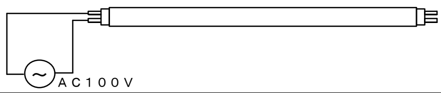
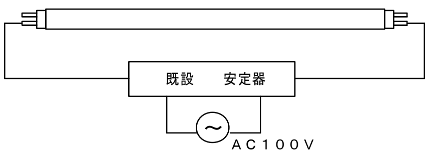
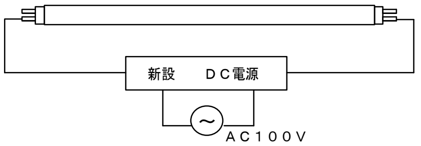
注記. ※7　照明器具と直管蛍光ランプ形 LED の組合せの問題点を記述した参考資料-2 を参照のこと。

(2)　直管 LED ランプの課題

商用電源直結形直管 LED ランプ、既設安定器接続形直管 LED ランプ共に、口金が従来の直管蛍光ランプと同じものが採用されており、一部の使用者に蛍光ランプの直接的な代替品であるかのように誤認され、それに起因する問題が生じている。互換性、安全性の問題だけでなく、性能面でも問題のある製品が出回っているため、(社)日本照明器具工業会（現、(一社)日本照明工業会）では、2010 年 7 月に「直管蛍光灯ランプ形 LED ランプなどの装着時、蛍光灯照明器具改造での注意点」と題する声明書を公表して注意を促している。また、東京都も同様に、平成 22 年に「直管 LED ランプの取付方法に関する調査」を行い、調査結果をホームページに公開し、直管 LED ランプに交換する場合の注意点※8 を促している。また、従来の蛍光灯ランプと構造的に互換性を有する直管 LED ランプは、当面の間グリーン購入法の対象外となっている。（詳細については 5.7.2 項のグリーン購入法を参照のこと。）直管 LED ランプは、従来の照明器具から LED 照明器具に移行する過程での、暫定的なものと考えられるが、採用するに当たっては、6.3.4 項に記載している「直管 LED ランプ使用時の注意点」を理解した上での対応をお願いしたい。

注記. ※8　調査内容及び結果については「平成 22 年度調査報告書—直管形 LED ランプの取付方法に関する調査—東京都生活文化局消費生活部　平成 23 年 7 月発行」に掲載し、併せてパンフレット「正しい組み合わせで直管形 LED ランプを使いましょう」に、ランプの誤装着の防止や改造工事を伴う場合の注意を掲載している。

表-3.2.1　直管 LED ランプの結線方法による種類

タイプ	DC電源内蔵・非内蔵	結線方法			接続する既設安定器のタイプ	器具内改造の有無
		結線タイプ		結線図		
1	内蔵	商用電源直結形	両面に印加		無	有
2	内蔵	商用電源直結形	両面に印加		無	有
3	内蔵	商用電源直結形	口金ピン間に印加		無	有
4	内蔵	既設安定器接続形			磁気式スタータ形	無
5	内蔵	既設安定器接続形			磁気式ラピッドスタート形	無
6	内蔵	既設安定器接続形			電子式	無
7	非内蔵	DC入力形			無	有

参考文献：「LED 照明の適正使用ガイド～正しい普及促進のための提言～」,p39,(一社)日本電球工業会,2010 年 6 月 17 日

3.2.3　直管 LED ランプ（従来品と非互換性のタイプ）

専用口金を有するタイプで、直流電流によって点灯する直管 LED ランプで、制御装置非内蔵形を対象としており、制御装置を内蔵し交流が直接給電されて点灯する直管 LED ランプは、3.2.2 の分類に含む。制御装置非内蔵形を対象として限定することで、同一点灯方式での互換性に留意している。現在、(社)日本電球工業会（現、(一社)日本照明工業会）規格として制定されている「JEL 801:2010－L 形ピン口金 GX16t-5 付直管形 LED ランプシステム（一般照明用）」※9、「JEL 802:2012－くぼみ形コンタクト口金 R4 付直管形 LED ランプシステム（一般照明用）」※10 の 2 タイプが対象である。

1) G13 などの従来品口金と互換性のない口金を採用し、落下、感電防止などの安全配慮を主な目的としている。
2) 光源色は、「JIS Z 9112：蛍光ランプの光源色及び演色性による区分」の色度範囲に適合していることや、配光は、ランプの下方立体角 120° の範囲に 70%を超えて光束を集中しないことなど、従来の蛍光ランプの代替として使用しても可能な要件が設定されている。
3) 全光時のランプ電流波形についても、ランプのフリッカ抑制のための条件が定められている。

注記. ※9, 10　規格の詳細については、第 5 章 関連法規・規格との整合性と動向の、5.5.1 及び 5.5.2 日本電球工業会規格を参照のこと。

3.2.4　電球形 LED ランプ

電球形 LED ランプは、白熱電球と同じねじ込み式口金（E17、E26 等）を有している器具であり、白熱電球と取替え可能な製品である。2004 年頃から製品化され、2.5.4 項で記述したように今後伸びる製品である。既存のねじ込み式口金を持つ照明器具（例：白熱電球タイプのダウンライト）を LED 器具に取替えたいが、予算面や器具耐用年数の関係から器具本体だけでも既存のものを利用したい場合に、ランプのみの取替で簡単にできるため、ランプ程度なら購入可能という消費者へ向けた製品である。また、取替え時に工事を伴わず、一般消費者自身で交換可能な点も受け入れられている要素である。性能的には電球形蛍光灯に追いついていなかったが、表-3.2.2 に各種電球タイプの光源別比較に示すように、同等もしくはそれ以上の性能を有する製品も販売されており、最近はその性能を超える 100 ﾙｰﾒﾝ／W の製品も開発され、コストが低下すれば更に移行に拍車がかかるものと推定される。また、廊下・トイレ等の点灯時間が短く点滅回数が多い場所では、電球形蛍光灯に比べて立ち上がりが早く、点滅による劣化が少なく、高速応答性に優れているため、早くから取り入れられている。

また、図-3.2.3 に各種電球タイプ 60 形相当品のイニシャル及びライニングコスト（10 年間）の比較をグラフに示すが、白熱電球であれば 1 年以内、電球形蛍光灯に対しても電球色タイプでは 5 年程度（昼白色タイプで 3 年未満）で逆転する結果となっており、コスト面でも優勢が認められている。

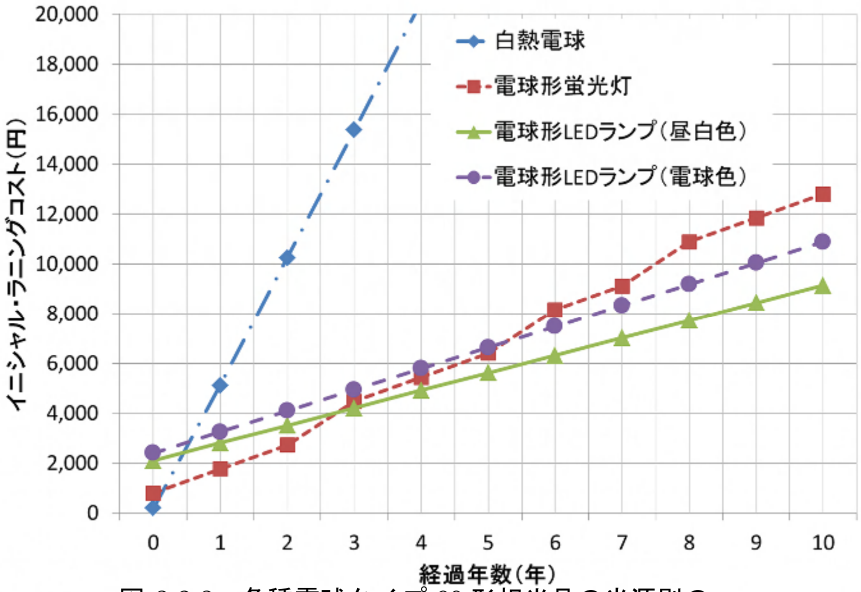


図-3.2.3　各種電球タイプ 60 形相当品の光源別のイニシャル・ランニングコスト比較

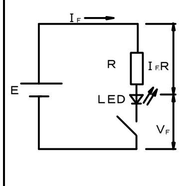
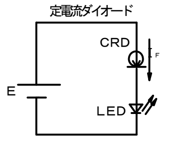
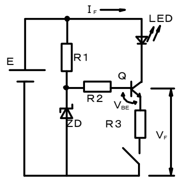
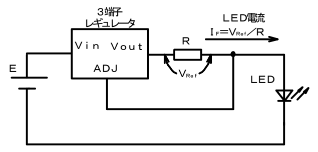
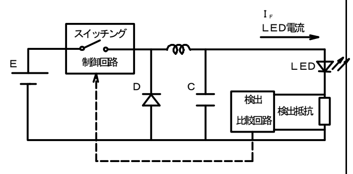
表-3.2.2　各種電球タイプ 60 形相当品の光源別比較

項　目	白熱電球	電球形蛍光灯	電球形LEDランプ（昼白色）	電球形LEDランプ（電球色）
光　束	810ﾙｰﾒﾝ	780ﾙｰﾒﾝ	810ﾙｰﾒﾝ	810ﾙｰﾒﾝ
消費電力	54W	12W	8.8W	10.6W
効　率	15ﾙｰﾒﾝ/W	65ﾙｰﾒﾝ/W	92ﾙｰﾒﾝ/W	76ﾙｰﾒﾝ/W
寿命(時間)	1,000	10,000	40,000	40,000
質　量	32g	70g	165g	183g
市場価格	200円前後	800円前後	2,100円前後	2,400円前後

3.3　制御装置

LED モジュールは、白熱電球や蛍光ランプに比べて非常に低い電圧と小さな電流で点灯するため、制御装置が必要になる。表-3.3.1 に LED モジュールの代表的な点灯回路方式を示す。定電圧電源方式は一般に広く出回っている方式で安価で入手し易いが、LED モジュールはわずかな電圧変動でも電流値が大きく変動し、光にばらつきが生じるだけでなく、電流増加により寿命を損なう恐れがある。このため定電圧電源方式の場合は別に定電流回路を追加するなどの対策が必要になる。一方、定電流回路方式は LED モジュールの順電流を一定にする方式で、回路構成はやや複雑であるが、熱損失を抑制でき、効率よく点灯させることができる。高輝度且つ高出力を要求される照明用 LED モジュールの点灯回路方式には定電流回路方式が必須である。

表-3.3.1　LED 照明用制御装置の点灯回路

	定電圧点灯方式	定電流点灯方式			スイッチング電源による電流制御方式
		① 定電流ダイオード	② トランジスタ	③ 3端子レギュレータ	
等価回路					
概要	回路がシンプルかつローコストで実現でき、最もオーソドックスな方式。	一定の電流を流す定電流ダイオード（Current Regulative Diode）を使用する方式。	トランジスタのベース電圧ＶＢを一にしておき、一定電流ＩＦ＝（ＶＢ－VBE）／R_3を得る方式。	3端子レギュレータの出力端子と可変端子の間に抵抗を挿入することで簡単に定電流を得る方式。	半導体スイッチのON/OFFで制御・整流することによって、安定した直流電源を出力する方式。最も使用されている方式。
特徴	LEDの順電圧V_Fがバラツキや自己発熱により変化した場合、順電流も変化するため明るさに影響を及ぼす。また、抵抗Rの熱損失の発生も考慮する必要がある。	シンプルな構成だが、順電流の設定自由度がやや小さい方式。また、自己発熱により電流が低減する特性を持つため、場合によっては温度補償などの対策も必要となる。	やや複雑になるが、比較的安定した順電流を確保しやすい方式。定電圧ダイオード（ZD）の替わりに抵抗を用いる場合もある。	3端子レギュレータの動作電圧とLED順電圧の合計以上の入力電圧が必要で、3端子レギュレータが負担する電力が大きいと効率が低下すると共に、発生する熱の放熱対策が必要となる。	高速にスイッチングするためノイズが発生し易く、高調波対策や力率改善などの回路が必要になる。定電流方式に較べると部品点数が増え複雑になるが、入力電圧範囲が広く、高効率である。

出典：「LED 照明ハンドブック　第 3 章設計ガイドライン　3.3 回路設計」,p8～p10,LED 照明推進協議会

3.4 調光装置

LED 照明の調光方式には、振幅制御とパルス幅制御がある。パルス幅制御は、安価で明るさが変化しても色温度が変わらないメリットがある反面、ちらつき※11 が生じる場合がある。そのため一般照明向けの調光方式は、直流電流の値を制御することで、明るさを調整する振幅制御を採用している場合が多い。振幅制御には、位相制御された電源波形を入力する 2 線式タイプと、電源とは別に調光信号を入力し、LED モジュールに流れる電流の制御目標値を変えることで、明るさを調整する 4 線式タイプとがある。

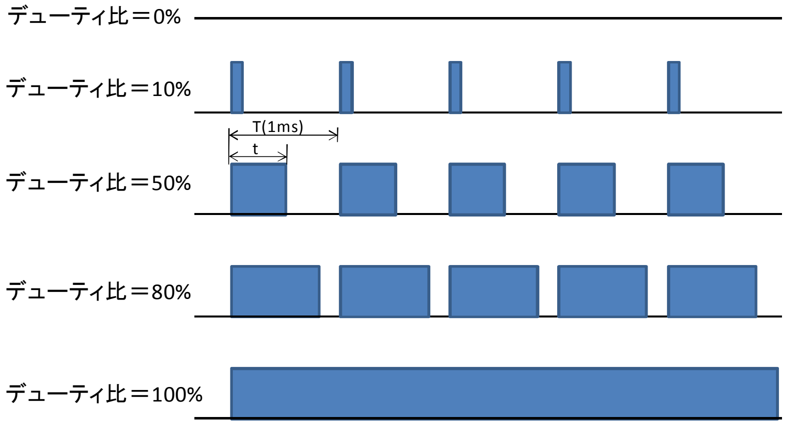


図-3.4.1 PWM 調光信号とデューティ比

注記. ※11 LED 照明の場合は点滅応答速度が速く、蛍光ランプのように残像現象が少ないため、点灯周波数が低いとちらつきを感じる。

3.4.1 パルス幅制御（PWM 調光制御：Pulse Width Modulation）

パルス幅制御は点灯周波数制御方式とも呼ばれ、LED チップの点灯時間と消灯時間を制御する事で明るさを調整する方式で、点灯時間を長くすれば明るくなり、点灯時間を短くすれば暗くなる。この点灯時間と消灯時間の長さを決めるのが PWM 調光信号であり、図-3.4.1 に示すようにパルスの幅を調整することで調光率※12 を制御している。パルスが ON になっている割合をデューティ比（＝t／T）と呼び、デューティ比 100%ならば普通の点灯と同じで一番明るく、デューティ比 50%になると少し暗めに点灯しているように見える。残像現象により人間の目には連続点灯しているよう見えるが、点灯と消灯を繰り返す周波数が低いとちらつきを感じるため、PWM 調光信号の周波数は十分に高める必要がある。一般照明用途の LED モジュールの場合は 200Hz 程度でも問題は生じないが、この周波数ではカメラなどの機械・装置には通用せず、高速度カメラなどで撮影すると全く写らない場合があるので、こうした用途には 1kHz 以上の周波数を持つ PWM 調光信号を採用している。一般照明用途でも 1kHz 程度の周波数の PWM 調光信号を採用しているメーカもある。

PWM 調光信号を作り出すスイッチング回路には、直流を異なる電圧に変換するチョッパ制御が用いられており、施設照明用途に使用される LED 電源装置には、ほぼ半導体素子を用いたスイッチング電源が採用されている。

パルス幅制御の長所としては、

1) 非調光の制御回路を基本にしているためローコストで調光対応が可能である。
2) 調光により電源波が歪むことはない。
3) PWM 調光信号は小さな電流なので、熱・騒音の発生が少ない。

短所としては、

1) PWM 調光信号の周波数が低い場合はちらつきが起こる。
2) 調光比を下げていくと、若干脈流が残り、ちらつきが気になる場合がある。
3) 調光比 5～10%が調光下限となることである。

注記. ※12 調光率とはランプが出力する光束の比率を言う。

3.4.2　振幅制御（位相調光制御）

振幅制御は、LED の直流電源の値を制御することで明るさを調節する方式で、図-3.4.2 に示すように、入力された交流波形の一部分を切り出す角度を制御して明るさを調整するため、位相調光制御とも呼ばれている。トリガーを与えるタイミング（ターンオン）が早ければ（角度が小さければ）明るくなり、タイミングが遅ければ（角度が大きくなれば）暗くなる。位相を作り出す回路にはサイリスタを逆並列に組合せた双方向サイリスタ（トライアック）が採用されている。振幅制御は調光比を下げて行ってもちらつきが気にならず、広い調光範囲を実現できる。LED で 0～100%調光が可能なタイプは振幅制御を採用しているものが多い。制御回路が特殊になるため、コストは PWM 制御タイプより高くなる

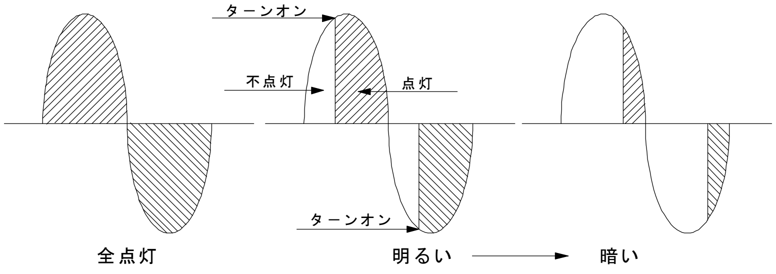


図-3.4.2　振幅制御（位相調光制御）の原理

振幅制御の制御手段は､位相された電源波形を直接 LED 照明又はランプに入力するタイプ(2 線式)と、電源とは別に外部調光信号を入力するタイプ（4 線式）とに分けられる。

振幅制御は、発熱量が比較的少ないサイリスタスイッチを使用した位相調光制御方式が主流であったが、電流値の少ない LED モジュール向けに、ノイズやちらつきを抑える目的で、トランジスタスイッチ（FET）を使用した 2 線式逆位相調光制御方式も開発されてきている。

（1）　位相調光制御方式

位相調光制御方式は、電源の投入される電力の実効値で明るさ決まる白熱電球との整合性は良いが、LED 照明又はランプの場合は、入力される交流電流を点灯回路にて直流の順電圧と順電流に変換して駆動するため、LED モジュールに位相情報が正確に伝わらない。メーカでは位相情報を反映させるために、位相情報を PWM 信号に変換する方法や供給電流に反映する方法を採用し、明るさの設定を行っている。従って LED 照明又はランプは調光対応品しか使用できない。

また、電源波形を直接 LED 照明又はランプに入力するタイプ（2 線式）の場合は、新規に配線を布設する必要が無いなどの特徴がある。

（2）　逆位相調光制御方式

逆位相調光制御とは、位相制御信号のパルスを一旦ロジック IC 等に記憶し、次の電圧ゼロ点から、逆位相制御信号のパルスを発生させるものである。主電流回路に直列逆接続されたスイッチング素子を備える主電流スイッチング部と，スイッチング素子のゲートに通電し電荷を充電する正・負ゲート電荷充電部と，スイッチング素子のゲートを所定のタイミングで放電するゲートオフ制御部と、放電するタイミングを決定する調光可変パルス発生回路部から構成される。保持電流維持回路を設ける必要が無く高効率であることと、商用電源の周波数に同期した音響ノイズの発生が無いためノイズフィルターが不要であることと、ちらつきが少ないなどの特徴である。位相調光制御方式同様に 2 線式であるため、新規に配線を布設する必要が無い。

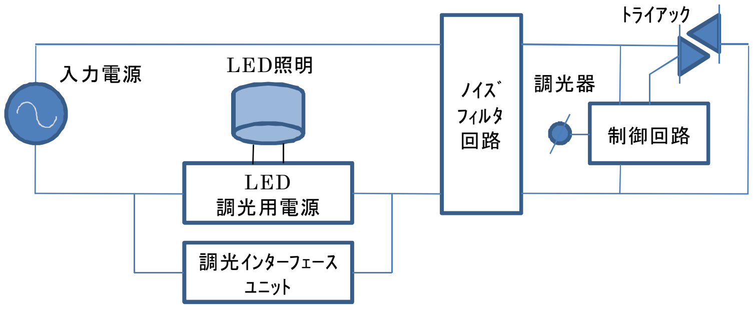


図-3.4.3　2 線式位相調光制御回路

3.4.3　配線及び制御信号方式

(1)　２線式タイプ

3.4.1(1)に記載したように、白熱灯と併用できるタイプで、調光対応品の電球形 LED ランプにも適用できる。図-3.4.3 に示すように、商用電源と点灯回路の間に、双方向サイリスタ（TRIAC）が挿入されており、調光スイッチのつまみを変化させることにより、双方向サイリスタが電圧波形をターンオンするタイミングを変え明るさを調整している。2)

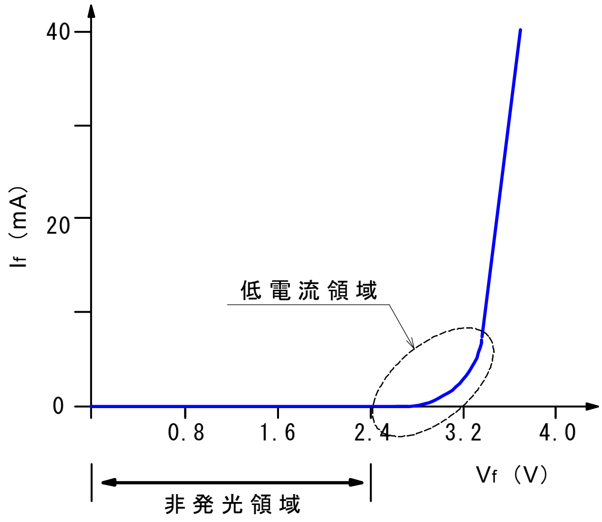


図-3.4.4　白色 LED の順方向電圧（V_f）－順方向電流（I_f）特性

LED 照明器具には、図-3.4.4 の LED チップの順方向電圧（V_f）－順方向電流（I_f）特性が示すように、電圧（V_f）低いと電流（I_f）が流れず発光しない非発光領域がある。調光対応の LED 照明器具は、この非発光領域においても発光するようにダミー抵抗を付加して微小な電流が流れるようにし、入力電流が流れる領域ではダミー抵抗を切り離す制御を行い、非発光領域から低電流領域にかけても調光ができるようにしている。1)

ターンオンの位相調光制御方式では電源周波数に同期したノイズが発生しやすく、ちらつき等が発生して、スムーズな調光が出来ない場合がある。これらの問題を改善した 2 線式逆位相調光制御方式の調光器が最近開発され市場に出てきている。

(2)　４線式タイプ

蛍光灯の一部と併用でき、ダウンライト形やベースライト形の LED 制御に使用されているタイプで、図-3.4.5 に示すように、調光スイッチからの調光信号（デューティ信号）に応じて、LED 照明の電流制御目標値を変えることで明るさを調節する方式である。図-3.4.4 に示す低電流領域では、LED 電圧をフィードバックして明るさを制御する方式とし、スムーズな調光を実現している。

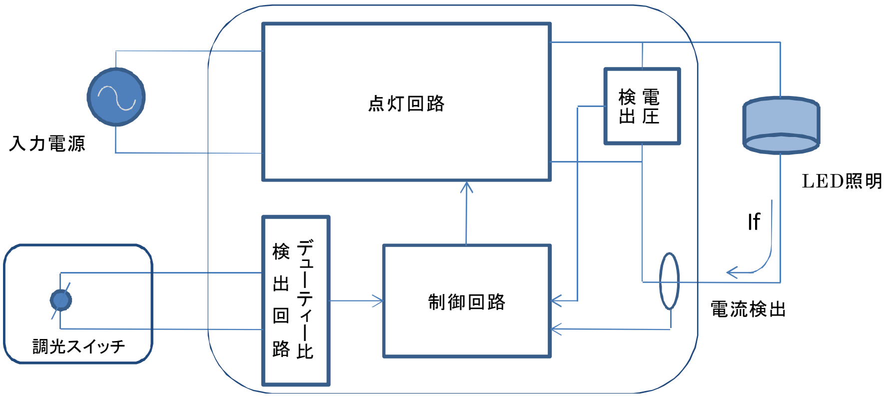


図-3.4.5　４線式の PWM 調光制御回路

(3)　DMX 信号方式

最近、舞台照明業界で広く使われている DMX512（USITT1990：米国劇場技術協会技術員会）信号を LED 調光制御に採用するメーカが一部で出てきている。DMX512 信号は、RS485 準拠のバス信号であり、2 芯シールドケーブル 1 本で最大 512 チャンネルの照明制御ユニットの制御が可能でき、各チャンネルの信号は 256 段階で制御することが可能である。国際的な統一規格のため、メーカ間で互換性があることが最大の長所である。一般のベース照明ではあまり使われないが、照明器具を 1 台 1 台個別制御できることも特徴である。欠点としては、バス信号のため負荷に対する配線は一筆書きとなるようにせねばならないこと、演出の幅が広いため、制御の設定が煩雑になることがあげられる。

3.4.4 今後普及が期待される制御信号方式について

オフィスなどの執務空間に要求される照明は、長らく効率重視型が続き変わることがなかったが、最近は創造性重視型へとシフトしており、従来の机上面一律な無変化の全体照明方式でなく、仕事の種類やライフスタイルに合わせた適光適所が求められるようになってきた。更に、従来の照明器具では難しかった色彩の変化についても、LED 照明の演色性向上により可能になってきており、サーカディアンリズムに沿った色温度の変化や明るさを作り出すことが求められるようになっている。また、3.11 以降の節電・省エネの観点からきめ細かなエネルギー管理が求められおり、照明器具個別制御も欠かせない要素になっている。そのため照明器具には個々に電源配線だけでなく、制御信号配線も必要になっており、本項では、新築工事だけでなく既存改修工事も考慮して、制御信号配線の省力化技術について紹介する。

(1) 電力線搬送方式（PLC）

電力線搬送通信は、電力線を通信回線として利用する技術で、PLC 又は PLT とも呼ばれ、既に一般家庭用において有線 LAN の替わりとして普及が始まっている。この技術を施設照明用途で実現できれば、既存の施設の改修時又は新築の場合でも、信号配線が不要で電力線だけで、調光・点滅制御が可能となる。LED 照明の場合は点滅制御だけでなく調光や調色制御などの高機能制御が要求される場合が考えられるので、この方式に期待するものが大きい。しかし、この方式は、もともと高い周波数の電気信号を流すことを想定していないため、他の機器から発生するノイズによる誤動作や、逆に電力線がアンテナになり他の信号機器（無線通信や医療機器など）に影響を及ぼすなど可能性があるため、検証を進めている段階で施設用途での実用化にはまだ至っていない。

(2) 無線による制御信号方式

a. Bluetooth 通信

Bluetooth（ブルートゥース、ブルーツース）は、デジタル機器用の近距離無線通信規格であり WPAN（Wireless Personal Area Network）の標準規格の 1 つで、数 m から数十 m 程度の距離の情報機器間で、電波を使い簡易な情報のやりとりを行うのに使用される。IEEE によって規格名 IEEE 802.15.1 で標準化され、2.4GHz 帯を 79 の周波数チャネルに分け、利用する周波数をランダムに変える周波数ホッピングを行いながら、半径 10~100m 程度のパソコンなどのマウス、キーボードをはじめ、携帯電話、スマートフォン、PDA での文字情報や音声情報といった比較的低速度のデジタル情報の無線通信を行う用途に採用されている Bluetooth 搭載機器と通信を行う。モバイル通信における廉価な通信端末用の規格であり、それほど厳密な送受信の制御や秘匿性は考慮されていない。

Bluetooth は当初、赤外線短距離通信である IrDA（Infrared data Association）の完全置換えして普及が試みられたが、使いにくさが強調され普及の妨げとなった。現在では簡易なデジタル無線通信、および指向性の少なさとしての利便性が認識され、多様な分野で普及が進んでいる。無線 LAN に比べて実用範囲が狭いが、無線接続の状態を意識せずに常時接続したままでの使用状況に適している。反対に IrDA は意図して接続するのに適しており、これらは互いを補完している。

Bluetooth は 2.4GHz 帯を使用するため、同じ周波数帯を共用する一部の無線 LAN とは干渉が起こり、併用時には無線 LAN が著しく速度低下を起こすという問題が発生することもある。

b. 赤外線通信

赤外線通信とは、電磁波の一種である赤外線を利用して実現される無線データ通信のことである。赤外線は、可視光線の赤色光よりも波長が長く、電波よりは短いという特徴を持っている。赤外線通信を行うためには、基本的に赤外線送信部を機器の受信部に向けて、遮蔽物の無い状態で操作する必要がある。テレビ・エアコン及びビデオなどのリモコンなどで多く利用されている赤外線リモコンは、異なるメーカ間に共通する規格はなく、互換性がないが、通信速度は 300～1200 ビット/秒程度、赤外

線ビームの広がりは 5 度以下、通信距離は 5～10m 程度であることが多い。

ノートパソコンや携帯機器向けの赤外線通信規格としては、標準化団体によって定められた IrDA（Infrared data Association）がある。通信可能距離は最大 1m 程度で、赤外線ビームの広がりは 30 度程度である。

c. 無線 LAN（WLAN、WiFi）

無線 LAN の方式には IEEE 802.11 シリーズと IEEE 802.15 シリーズがあるが、IEEE 802.15 シリーズを無線 PAN（WPAN : Wireless Personal Area Network）と分類する事もある。パソコンや PDA などにおいて一般的に利用される方式で、Wi-Fi（ワイファイ）とも呼ぶこともあるが、これは IEEE 802.11 機器に関する業界団体である Wi-Fi Alliance による相互接続性の認定の名称である。

日本においては、1992 年（平成 4 年）に電波法令上の小電力データ通信システムの無線局とされ、技術基準が定められた。 これにより免許は不要であるが、技術基準適合証明を要することとされた。現在では IEEE 802.11 諸規格が整備されており、その技術規格に準拠した機器で構成されるネットワークのことを一般的に「無線 LAN」と呼んでいる。

IEEE 802.11 シリーズは時代に合わせて規格の追加や修正が行なわれており、近年では主に高速化が進められている。IEEE 802.11b では 2.4GHz 帯の電波を使用し、最高 11Mbps の伝送速度を達成している。その後 5GHz 帯を使用した、伝送速度が 54Mbps という IEEE 802.11a も規格化され、更に IEEE 802.11b と互換性を持ちながら 2.4GHz 帯で 54Mbps という IEEE 802.11g も規格化された。2009 年には規格上の最高伝送速度 600Mbps を達成する IEEE 802.11n が規格化され、さらなる無線 LAN 通信の高速化が図られている。IEEE 802.11 シリーズは、消費電力が IEEE 802.15 シリーズに比べると大きく、低消費電力の無線 LAN を利用した照度センサーなど開発されているが、端末装置での使い分けが必要であると考える。しかし、既存のネットワークの利用や Wi-Fi アクセスポイントの利用などが簡単であり、PC やスマートフォンの利用も可能であるため、業界では Wi-Fi 対応の調光器の規格を策定し、専用のアプリを開発し無料配布を考えており、近い将来にオフィスの自分の席でスマートフォンを操作して好みの照明に調整できる時代が来ると考える。

d. ZigBee

ZigBee とは、無線 LAN よりも狭い範囲（数ｍ～数十ｍ）で使う無線ネットワークは WPAN（Wireless Personal Area Network）の標準規格の１つで、センサーネットワークを主目的とする近距離無線通信規格である。低速で転送距離が短く転送速度も低速である代わりに、安価で消費電力が少ないという特徴を持つ。基礎部分（電気的な）の仕様は IEEE 802.15.4 として規格化されている。論理層以上の機器間の通信プロトコルについては ZigBee Alliance が仕様の策定を行っている。

ZigBee のデータ転送速度は、使用する無線周波数帯によって異なり、表-3.4.1 に示すように、2.4GHz では 250Kbps、902-928MHz では 40Kbps、868-870MHz では 20Kbps となる。900MHz 帯を用いたものは主に米国向け、800MHz 帯を用いたものは主に欧州向けの仕様であり、電波法の関係から日本国内で利用できるのは ISM（Industry Science Medical : 産業科学医療用バンド）として開放されている 2.4GHz 帯を用いた仕様のみである。現在、幾つかのメーカにてスマートフォンなどの無線端末を利用した LED 照明制御システム※13 など、ZigBee を利用した近距離無線通信規格の実用化に向けて開発などが行われている。

注記. ※13 ZigBee Alliance は LED 照明制御を対象にした新しい無線ネットワーク規格の「ZigBee Light Link」の開発を進めており、LED ランプや LED 照明器具、センサー、タイマー、スイッチなどを無線で連携させる無線通信プロファイルである。このプロファイルに対応したデバイスであれば、インターネットに接続されたタブレット PC やスマートフォンを使用して制御でき、他の ZigBee 対応機器と連携できる特徴がある。

e.　EnOcean 方式

EnOcean（エンオーシャン）技術の特長は、エネルギーハーベスト（環境発電）技術※14を応用したバッテリーレス無線発信技術にあり、主な応用製品はビルオートメーションで用いられる照明スイッチ、空調制御機器であるが窓の開閉検知、動体センサー、あるいはファクトリーオートメーション用のフットスイッチ、押しボタン、プルスイッチ、その他多岐に亘る。従来の無線スイッチに対して内蔵バッテリーが不要なため、ここにきて応用可能な製品が飛躍的に拡大している。周波数帯は 1GHz 以下の利用頻度の低い有効な周波数帯（ライセンスフリーの周波数帯：欧州・中近東　868 MHz、北米・日本・アジア　315 MHz）を利用することで通信の衝突による通信時間の遅延を防いでおり、WLAN 等の他のワイヤレスシステムと干渉することなく共存が可能である。開発元である EnOcean 社では EnOcean 技術を採用した各製品・機器間の相互運用を図るため、コミュニケーションプロファイルの規格化、標準化を進めており、エネルギーハーベスト技術を含め、今後注目される技術であり制御通信方式と言える。

注記. ※14　エネルギーハーベスト（環境発電）は極めて微量な周囲のエネルギーを電気エネルギーに変換し、無線用の電力として無線信号を生み出す技術であり、製品として最も一般的なものは、スイッチを押すメカニカル・物理的動作を電磁石の技術を利用して発電エネルギーとして利用する技術であり、多くは照明スイッチなど簡便さが要求されるものに利用されている。

表-3.4.1　代表的な無線による制御信号方式

規格	電波帯	通信速度	消費電力	通信距離	認証規格
Bluetooth	2.4 GHz	11 Mbps	中(120mW)	10-100m	IEEE802.15.1
赤外線通信 (IrDA DATA1.0)	赤外線	115kbps	小	1m	
無線LAN	2.4 GHz	11 Mbps	大	100m	IEEE802.11b
ZigBee	2.4 GHz 868 MHz(欧州) 915 MHz(米国)	250 kbps 20 kbps 40 kbps	小(60mW)	10-70m	IEEE802.15.4
EnOcean	315 MHz 868 MHz	125 kbps	極小	30m(屋内) 300m(屋外)	

参考文献
1)　「LED 照明の適正使用ガイド～正しい普及促進のための提言～」,p39,（社）日本電球工業会
2)　鎌田征彦,高坂啓太郎,片野慈子,「LED 照明の省エネ点灯電源と調光制御技術」,p18,東芝レビュー Vol.65,2010 年 7 月

4章　現状と課題

LED 照明は 2.2 の特徴でも記述したように、従来の照明器具に無い特徴を有し、今後急速に発展して行くものと考えるが、全般照明及び部分照明を問わず、従来光源の代替として健全に市場に浸透して行くためには、次の問題を解決して行く必要がある。

4.1　器具総合効率の向上

LED 照明器具の器具効率を向上させるためには、部品構成の中で最も重要な要素として 2.2.5 項で述べたように、LED モジュールの発光効率を上げることである。即ち LED モジュールの発光効率で照明器具の性能も決まってくると言っても過言ではない。しかし 2.4.2 項の図-2.4.2 で示す様に器具効率は電源回路、高出力化（大電流）、器具効率（レンズの光学制御技術、器具本体の効率）、温度上昇の影響などにより、LED チップの発光効率の 70～75%程度であり、出始めの頃の 40～70%に比べると要素技術の進歩に伴い大幅に改善しているものの、まだ改善して行かねばならない部分は多い。また、温度上昇については器具そのものの放熱特性も重要であるが、器具を設置する周辺温度も大きく影響してくるので、施工者が放熱を考慮して設置することも重要となる。

現在、各メーカーでの高出力照明用 LED チップの開発が盛んに行われており、色温度より発光効率に差はあるものの、各要素技術の進歩に併せて 160 ﾙｰﾒﾝ／W 級の発光効率を有する白色 LED モジュールが市場に出回っている。LED チップの高出力化に伴い、従来の器具より少ない LED モジュールで同等の光束量を得ることができ、消費電力の低減と低コスト化の双方を実現した製品も生まれている。また、大電流 LED には欠かせない要素として、パッケージ内に多数の LED 素子を搭載した集積型 LED モジュールなどの新しい技術も開発され、更に高効率な白色 LED モジュールが生まれている。集積型 LED モジュールは図-4.1.1 に示すように、発光部をひとつにまとめたもので、大きな素子を一つ搭載するよりも、小さな素子を多数搭載することにより、色のバラツキも軽減されると共に、発光面積も大きくとれるなどのメリットも併せ持っている。集積型 LED モジュールなどの採用により従来品の 1.2 倍の器具光束と 1.5 倍のエネルギー消費効率を実現した製品も開発されてきている。

出典：パナソニック㈱エコソリューションズ社カタログ

図-4.1.1　発光部に集積型 LED モジュールを採用したダウンライト形 LED 照明器具

器具としての総合効率向上を図るため、これらの損失を最小限に抑える努力を重ねている状況であるが、省エネ競争のあまり器具効率を表す（ﾙｰﾒﾝ／W）値が多いことが即ち性能という見方をされ、照明器具が本来持たなければならない光の質が疎かになっている場合も見受けられる。省エネルギー性能を求めるばかりに、現在保持している光環境を悪化させ、心理的な悪影響を及ぼすような照明器具については、市場から排除されて行くことが望まれる。

4.2　高輝度（グレア）について

(1)　不快グレアについて

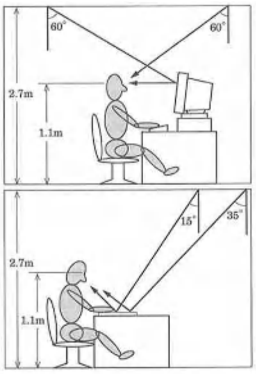
不快グレアとは視野内に高輝度の光（反射光を含む）を発するものがあるとき、これが他の物体を見えにくくしたり、不快感を与える状態を言う。LED 照明器具は従来光源の照明器具と比較して、指向性が強く光束が拡散しにくいため、不快グレアが起こり易く、人により目の痛みが起る場合がある。現在販売されている照明器具メーカーの主力製品の一部にも眩しさを感じさせる輝度の高い製品があり、未だ十分に改善されているとは言い難い。このグレアを解決するには、より拡散性の高いカバーなどを採用し、光束を拡散させる必要があるが、器具効率と輝度対策は相反する関係にあり、カバーなどを取付ければﾙｰﾒﾝ／W 値は低下する。

当初メーカーでは、光の質よりも省エネ性能を重視する傾向があり、多少のグレアは LED 照明の特性であり仕方ないとの考えがあったが、現在は JIS Z 9110:2010（照明基準総則）にも不快グレア※1に関する記載があり、各メーカーは光学制御レンズや拡散カバーなどに工夫を加え、不快グレアの低減と高輝度を両立させる努力を行っている。

注記.　※1　グレアを数値化し、人に与える影響度を一覧化したものが、JIS Z 9110 に記載されており、ここでは、不快グレアを作業上の誤り・疲労・事故等の原因になると定義している。長時間作業する執務空間などは UGR16 又は 19 が要求される。図-4.2.1 に不快グレア（屋内）の算出式を示す。

(2)　UGR システム

UGR システムは CIE（国際照明委員会）の技術委員会により、既存のグレアインデックスを基に実用的なグレア評価方法として開発されたシステムである。グレアインデックス UGR は図-4.2.1に示す算出式で求められ、計算により求められた数値は評価数として感表-4.2.1 に示すグレア感と対比される。評価数とグレア感の関係は感覚の問題であるため、人種、民族、生活習慣、気候風土により変わると考えられており、日本での研究ではグレアインデックスと日本人のグレア感覚の違いが表-4.2.2 に示す関係で纏められている。



$$UGR = 8 \times \log\left(\frac{0.25}{Lb} \times \Sigma \frac{L^2 \times \omega}{P^2}\right)$$

Lb：背景輝度(cd/m²)
L　：観測者の目の方向に対するそれぞれの照明器具の発光部の輝度(cd/m²)
ω：観測者の目の方向に対するそれぞれの照明器具の発光部の立体角(sr)
p：それぞれの照明器具の視線からの隔たりに関するGuthの位置指数（ポジションインデックス）

図は照明ハンドブック（照明学会）より

図-4.2.1　不快グレア（屋内）の算出式

また、一般のオフィス空間で採用されている蛍光ランプ Hf32W の下面開放形器具では 750lx を超える照度では UGR 限界値 19 を大幅に超える数値（25～30）になるため、LED 照明に移行する事を含め UGR 限界値とグレア感の関係については今後の課題であると考える。

表-4.2.1　UGR 段階とグレア感

*UGR*段階	グレアの程度
28	ひどすぎると感じ始める
25	不快である
22	不快であると感じ始める
19	気になる
16	気になると感じ始める
13	感じられる
10	感じ始める

表-4.2.2　日本人によるグレアインデックスと UGR の関係

グレアインデックス(GI)	日本人グレア感覚	不快グレアの程度
31	38	ひどすぎる
28	35	ひどすぎると感じ始める
25	32	不快である
22	28	不快であると感じ始める
19	25	気になる
16	21	気になると感じ始める
13	18	感じられる

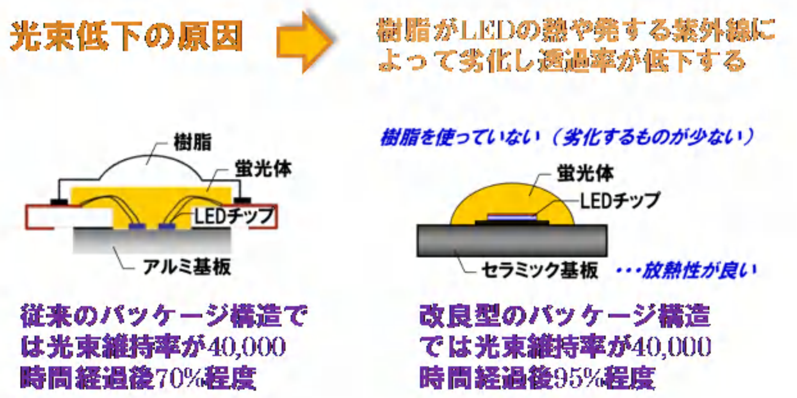
4.3　価格について

LED照明器具が一般照明器具として普及するには、従来形の蛍光灯器具・HID照明器具に比べて3～5倍するコストが最大の課題である。現時点でもLEDの長寿命化による光源の交換コストや、高効率化による節電効果を考えると、ランニング面では白熱灯・電球形蛍光灯器具に十分勝り、直管形Hf蛍光灯器具に肩を並べようとするレベルまで達したと云えるが、初期コストでの割高感は依然として存在する。しかし、液晶テレビ用バックライトにもLEDモジュールが使われだすことにより，膨大な数のLED素子が量産されるようになり、大量生産を実現するための生産技術の進歩など、この相乗的な量産効果により、コストダウンが進んでいるのも事実である。また、LED照明器具製造の世界では、従来の照明器具メーカーだけでなく、半導体関連メーカーなど幅広い分野の様々なメーカーが参入しており、更なるコストダウンが進んでいくものと考えられる。

コスト高の要因はLEDチップ自体のコストと考えられがちであるが、放熱装置、配光制御レンズ、制御装置などが必要になるため割高になり、各部位のコストダウンも欠かせない要素である。また、LEDチップのコストについては、日本では特許がコストダウンの足枷になっている面もある。しかし、青色LEDチップや白色LEDチップの基本特許は1990年代前半に出願されており、2010年以降には出願から20年の特許有効期間が切れる。特に大手5社（日亜化学工業、豊田合成、OSRAM opto、米Cree、Philips Lumileds）の基本特許が、2012年以降逐次失効し始めるため、周辺特許の有効期間は依然と残るものの、特許網を潜って海外製LEDモジュールが大量に流入してくることが予想される。国内LEDメーカーもその対抗措置を取ることが考えられ、大きく値段が下がることが期待出来る。しかし、その反面、大量に流入するローコスト優先で、各規格・基準に定められた性能を満たさない品質の海外製LEDモジュールを搭載した製品が、市場に蔓延することが予想されるため、この時期までに安全性・品質確保のための法整備を明確にすることが必要であり、規格（日本工業規格など）では安全基準・性能基準などが整備されることが期待される。更に、受け入れ試験の体制などが整い、粗悪品を排斥するシステムが出来上がっていることが、LED照明の発展には欠かせない条件である。

4.4　更なる長寿命化について

LEDチップは固体発光方式のため、従来の光源のようにフィラメントの劣化・断線などで不点灯になることはないが、使用材料の劣化などにより点灯時間に沿って光量が減少する。LEDモジュールの劣化の主な要因は、2.3.2劣化のメカニズムで述べたように封止樹脂が熱や紫外線などで劣化し透過率が低下するのが主な要因であるが、図-4.4.1に示すように従来の封止樹脂を使用したパッケージ構造を、樹脂に変えて劣化の少ない蛍光体にて封止する構造に変え、併せて基板にセラミックを採用し放熱効果を良くし、更なる長寿命化を図る研究開発などが進んでおり、これにより40,000時間を大幅に超える60,000時間超のLEDモジュールも作られるようになってきている。



出典：パナソニック㈱エコソリューションズ社カタログ

図-4.4.1　蛍光体を封止樹脂の代わりに使用し劣化を抑えた改良型パッケージ

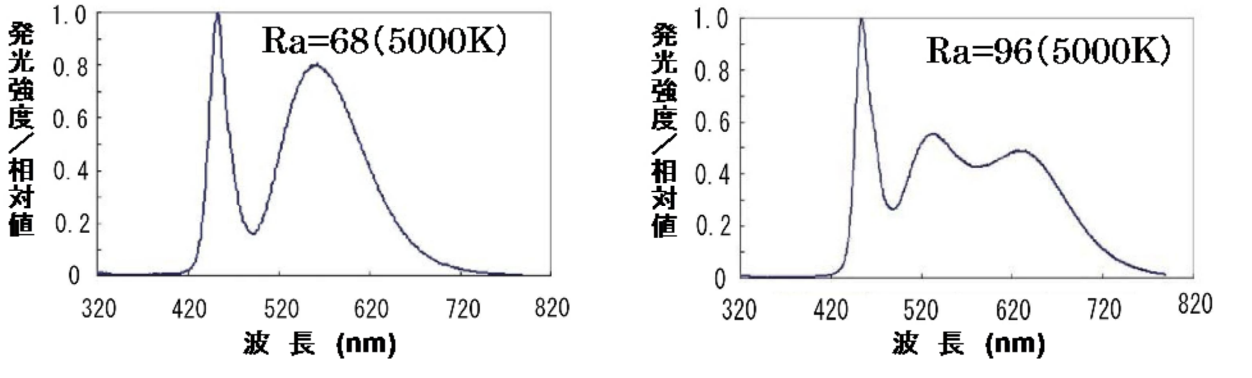
しかし、注意をしなければいけないのは、照明器具とLEDモジュールの寿命はイコールでなく、照明器具の寿命は従来光源を使用した器具の場合と同様の考え方であり、LEDモジュールに周辺装置（制御装置、電源部、器具本体、ソケット等）を加えた器具全体の耐用年数により決まることである。白

熱電球はフィラメントが消耗し、断線した瞬間が寿命であり、蛍光ランプは寿命近くなると、ちらつき、部分発光、黒化などが発生する可能性が高く、目視でも異常を確認することができる。一方、LED照明は寿命になっても目視で確認できるほど明確に全光束が急激に低下するわけではないため、そのまま誤って使い続ける場合が考えられる。周辺装置の内部劣化が原因でのトラブルなどが、発生する可能性があるので注意が必要である。透過率の低下を抑えることにより、60,000 時間超の寿命を持つLED モジュールを搭載した器具でも、周辺装置の耐用年数から器具寿命を 40,000 時間と設定しているメーカーもある。このメーカーの場合は、40,000 時間経過後の光束維持率が 95%以上と、従来のLED モジュールに比べると 36%も改善できることから、計画時の保守率※2を見直し、LED 照明器具の台数を軽減できるなどの提案を行っている。

注記. ※2　LED モジュールの長寿命化に伴い器具寿命時間経過後の、光源の光束維持率が向上する傾向にあること、LED 照明の場合は性状から従来光源のように器具反射を有効に利用する必要がないことなどから、保守率（光源の光束維持率×器具の光束維持率）が大幅に改善される。(JIL5004 公共施設用照明器具 2013 年版改訂資料より）

4.5　演色性について

市場に出回っている LED 照明の Ra（演色性評価数）は低く、三波長蛍光ランプに比較し演色性が良くないと一般的にいわれているが、表-2.1.1 に白色 LED モジュールの主な方式と比較を示すように、高演色性の LED モジュールも開発されている。表に記載している方式の中で演色性を改善する方法として期待されているのは、(3)の方式の近紫外線 LED 素子と青／緑／赤の蛍光体を組合せて光の三原色を作り出す方法であるが、実用化のされているものの近紫外線 LED 素子の効率が低いため、青色LED 素子と蛍光体の組合せに代わるところまで来ていない。従って現在は、(1)の方式である青色発光LED チップに黄色蛍光体を組み合わせた LED モジュールが、経済性と効率の観点から大半の白色LED 照明器具に採用されている。この方式は図-2.1.1 に示すように青色の LED チップが発する青色光と黄色蛍光体によって励起・変換された黄色光との合成光であり、2 つのスペクトラムの強さにより色温度が決まってくるが、LED チップが発する発光スペクトルが比較的狭いため、一般的には黄色蛍光体に 2 種類以上の黄色蛍光体を採用し、変換光スペクトルの幅を維持して演色性を高めている。しかし、黄色蛍光体の量が多いと LED の発光が阻害され発光効率が低下する要因になるため、器具効率を優先するタイプの LED 照明器具は青色のスペクトラムが強く色温度が高い傾向にある。色温度が高い場合であっても、図-4.5.1 に示すように蛍光体で励起される変換光スペクトルの組合せによっては、同じ色温度(5000K)でも平均演色性数値(Ra)が大きく異なる。演色性を改善するには青色 LED チップが発する青色光と蛍光体により励起・変換された光スペクトルの組合せがポイントとなる。



(a)青色LED＋黄色蛍光体の発光スペクトル　(b)青色LED＋緑色・赤色蛍光体の発光スペクトル

図-4.5.1　昼白色光源の LED 照明のタイプ別発光スペクトルの比較

（1） 演色性の改善

演色性を改善する策として採用されている方法を紹介する。

1 例目は図-4.5.2 に示すように、可視選択吸収フィルタを採用し、450nm 付近（青）と 580nm 付近（黄）の光を吸収し、全体の分光分布バランスを適正化する方法により、平均演色評価数 Ra90 以上の高演色数値を確保し、自然な色を再現している。2 例目は、青色 LED 素子から緑色及び赤色の光を作り出す蛍光体の開発を進め、青／緑／赤の光の 3 原色を発生する LED モジュールを開発して平均演色評価数 Ra90 以上の LED 照明を製品化している例である。図-4.5.3 に照明用 LED モジュールの発光色と演色性を改善する蛍光体の組合せ（例）として、青色 LED 素子から緑色及び赤色の光を作り出す蛍光体の発光スペクトルと従来タイプの発光スペクトルを比較したものを示す。

2 例とも演色性を改善するために光の吸収や蛍光体の量を増やすなどの方法を採用するため、LED の発光が阻害され発光効率が低下するなど課題がある。

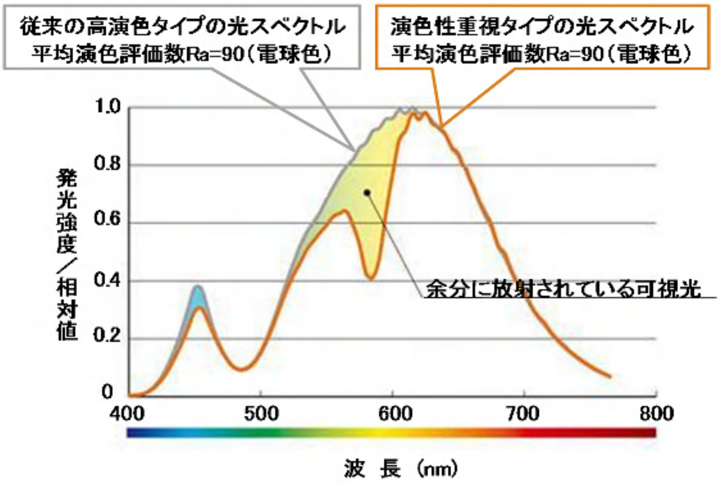


図-4.5.2 可視選択吸収フィルタを採用し
不必要な光を吸収して高演色性を得ている(例)

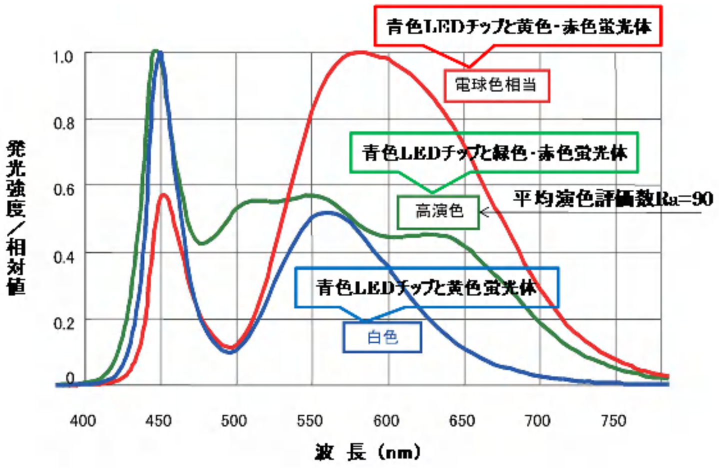


図-4.5.3 照明用 LED モジュールの発光色と
演色性を改善する蛍光体の組合せ（例）

（2） 蛍光体での効率改善

青色 LED 素子や近紫外 LED 素子では 2.1.3 項に記載したように，白色光など LED 素子そのものの発光色以外の光を得るために蛍光体を使う。青色 LED チップと組み合わせる蛍光体としては，図-4.5.3 に示すように、黄色蛍光体，黄色蛍光体と赤色蛍光体，緑色蛍光体と赤色蛍光体などがあり、蛍光体材料には，YAG（イットリウム・アルミニウム・ガーネット）系，TAG（テルビウム・アルミニウム・ガーネット）系，サイアロン（ケイ素・アルミニウム・酸素・窒素）系，BOS（バリウム・オルソシリケート）系などを使用する。

LED モジュールを青色 LED 素子と蛍光体で構成するとき，最も多い手法は、蛍光体を封止樹脂材料の透明のシリコーン樹脂などに蛍光体を混ぜ合わせて青色 LED 素子を覆う手法であるが、この方法では蛍光体によって波長を変換された光が，他の蛍光体に当たって乱反射することが多く、この乱反

射を繰り返すうちに光が減衰して効率低下に繋がってしまう問題があった。改善策として図-4.5.4 に、蛍光体粒子の大きさを改善して乱反射を少なくする方法や、青色 LED 素子の発光面に蛍光体を直接塗布する方法を示す。後者の LED 素子に直接蛍光体を塗布する構造にすると，LED 素子表面部分にしか蛍光体が存在しなくなり､表面部分を通過した後の光は蛍光体で乱反射することがない｡加えて,青色 LED 素子の発光と蛍光体が作り出す光が同一面から放射するため､レンズを組み合わせた際にきれいな配光が得られる，などの利点がある。

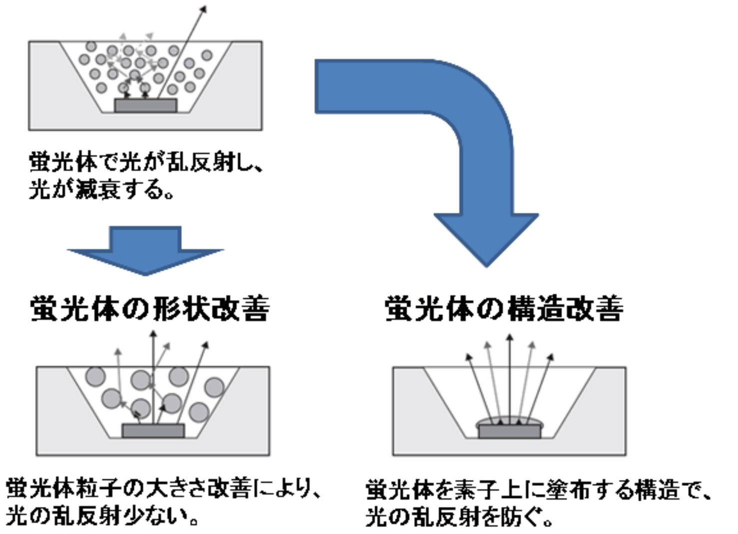


図-4.5.4　LED モジュールと蛍光体の構成方法

演色性の向上と器具効率の改善は、相反する関係にあり、今後の課題ではあるが、CIE（国際照明委員会）では用途に応じた平均演色評価数の基準を設け、光源の演色性に対しても一定の要求※3 を行っており、演色性の向上は照明器具にとって必要な要件となっている。また、JIS Z 9110-2010 の照明基準総則※4 では長時間執務を行う事務所などでは Ra80 以上が規定されており、照度基準を満足するだけでなく、光の質の向上も求められている。

注記. ※3　CIE の出版物 13.2-1974「光源の演色性評価方法　第 2 版」は、従来光源の蛍光ランプだけを対象にしており、厳密には LED 光源の演色評価数を評価でないこと、LED 光源下の色の見え方が Ra 数値と異なるなどの指摘があることから、CIE では新たな演色性評価方法の検討を行っている。現段階では新たな演色性評価方法は決定していないが、今後演色性評価方法について新しい評価基準が導入される可能性がある。

※4　JIS Z 9110:2010（照明基準総則）の基本的な照明作業要件（屋内作業）では、従来の照明基準にグレア制限値と演色性の基準が加わり、長時間作業を行う執務空間については、良い照明環境を得るために UGR16 又は 19、Ra80 以上の基準が設けられた。

4.6　ノイズについて

LED 照明器具は、制御装置にスイッチング電源による電流制御方式を採用するなど、高周波で電源回路を駆動している部分があるため、電磁放射対策を意識していない設計の製品については、ノイズ（雑音）放射が多く出る可能性がある。ノイズ障害については、東北地方の商店街に設置された街路灯の電球を LED 照明器具に取替えたところ、街路灯が点灯している間、アナログテレビや FM ラジオにノイズが入る受信障害が発生したと、2010 年（平成 22 年）4 月の新聞に報道された。この事例では、町や LED 照明器具を製造したメーカーが協力して解決したが、同様の電波障害による不具合が他の地域などでも発生している。電気を使用する製品は基本的にノイズを発生するため、電波の受信に多少なりとも影響をもたらしている。LED 照明器具は、前述のようにスイッチング電源を使用しているものが多く、未対策だとノイズが発生する可能性は高い。また、対策済みの器具でも、テレビやラジオなどとの距離や電波の状況、使用する照明器具の数など幾つかの条件が重なることで、稀に電波障害を引き起こすことがあるので留意する必要がある。

国内で販売される電気機器は、電気用品安全法における技術基準で求められている試験により、雑音端子電圧、雑音電力及び、雑音電界強度の値が基準値を満足することが求められている。技術基準

では“蛍光ランプ”は雑音電界強度と雑音端子電圧、“照明器具など”については雑音端子電圧と雑音電力の試験が求められており、表-4.6.1 の基準値が定められている。LED 照明器具は電気機器製品でありながら、一部の機器（別置の LED 電源ユニット、電気スタンド、庭園灯器具など）を除いて電気用品安全法の規制対象外となっていたため、妨害波対策に関してはメーカーの自主規制に任せている状態であった。しかし、電気用品安全法施行令改正（平成 23 年 7 月 6 日公布、平成 24 年 7 月 1 日施行）により規制対象品として追加されたことにより、当面は従来の“蛍光ランプ”あるい“照明器具など”の区分で試験が行われると予想されるが、定められている雑音端子電圧、雑音電力及び雑音電界強度の各基準値を遵守することが求められて行くことになる。

表-4.6.1　照明器具の電気用品安全法における適用基準

項目	対象品目	基準値（測定距離が3mの場合）	
		周波数範囲	限度値
雑音端子電圧	蛍光ランプ※1)及び照明器具等	526.5kHz～5MHz 5MHz～30MHz	56dB以下 60dB以下
	照明器具等（半導体素子を内蔵する制御装置を有するもの）	526.5kHz～30MHz	74dB以下
雑音電力	照明器具等	30MHz～300MHz	55dB以下
	照明器具等で、半導体素子を内蔵する制御装置を有するもの※2)	30MHz～300MHz	55dB以下
雑音電界強度	蛍光ランプ※1)	150kHz～1,000MHz	40dB以下

注記．※1）定格消費電力が40W以下で、高周波点灯専用形蛍光ランプは除く。
※2）装置内部の動作周波数又はクロック周波数が9kHzを超えないものは除く。

照明器具が発生するノイズなどの無線妨害対策の許容値については、国際無線障害特別委員会の定める規格（CISPR）も存在する。これは無線障害の原因となる各種機器からの妨害波の許容値を、国際的に合意することにより国際貿易を促進することを目的としたもので、日本もこの委員会には参加しており、国内では総務省を中心に審議体制が整っている。“照明器具など”については $\mathrm{CISPR_{pub15}}$（電気照明及び類似機器の無線妨害波特性の許容値及び測定法）があり、妨害波電圧や放射妨害波について許容値が定められている。表-4.6.2 に電気用品安全法における技術基準及び、CISPRpub15 に準拠した許容値を示す。

表-4.6.2　LED 照明器具における電気用品安全法及び CISPR の EMC 許容値基準

No.	項目	基準	周波数範囲	許容値	
				CiSPR	電気用品安全法
1	雑音端子電圧	CiSPR15 電気用品安全法	9kHz～50kHz 50kHz～150kHz 150kHz～500kHz 500kHz～526.5kHz 526.5kHz～5MHz 5MHz～30MHz	110dB(μV) 90-80dB(μV) 66-56dB(μV) 56dB(μV) 56dB(μV) 60dB(μV)	56dB(μV) 60dB(μV)
2	雑音電力	電気用品安全法	30MHz～300MHz		55dB(μV)
3	雑音電界強度（LLA法）	CiSPR15	9kHz～70kHz 70kHz～150kHz 150kHz～3MHz 3MHz～30MHz	88dB(μV) 88-58dB(μV) 58-22dB(μV) 22dB(μV)	
4	雑音電界強度（10m法）	CiSPR15	30MHz～230MHz 230MHz～300MHz	110dB(μV) 110dB(μV)	

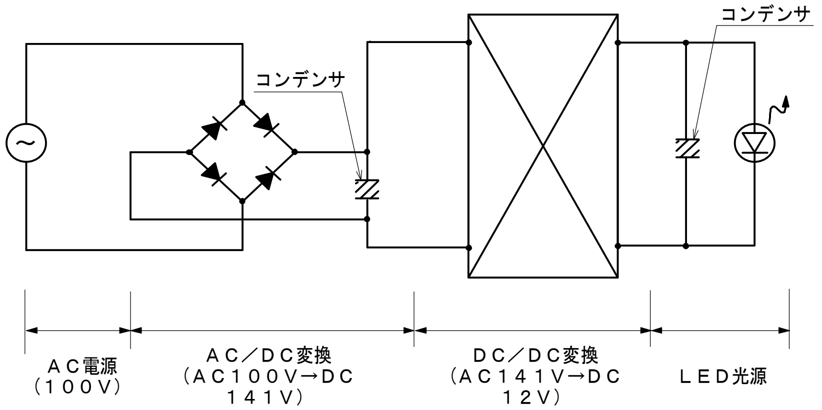
4.7　高調波について

制御装置の電源ユニットは、図-4.7.1 に示すように AC／DC 変換には、スイッチング用の整流器の直後に、平滑用のコンデンサが挿入されたコンデンサインプット型が多く採用されている。コンデンサインプット型のスイッチング回路の入力電流は、図-4.7.2 に示すように、電圧波形のピーク付近だけ電流が流れるパルス形状に近い電流波形になるので、波高値が高く、同じ周波数の正弦波に比べて高調波電流が多く発生する。また、調光スイッチは 3.4.2 項に記載しているように、双方向サイリスタやトライアックで位相制御を行い調光しているため、図-4.7.3 の電流波形になり高調波を発生する。高調波電流が電気機器や設備に流れると、その設備機器に余分な熱が発生して機器に損傷を与えたり、誤動作させたりする。また無駄なエネルギーが消費されることから社会的な問題となっており、国際的な規格 IEC61000－3－2 が 1995 年に制定された。欧州では、それに整合するかたちで、欧州規格（欧州電気標準化委員会）EN61000－3－2 が制定され、2001 年 1 月より施行されている。また、日本では、資源エネルギー庁の「電力用基盤強化懇談会」で電力系統の高調波環境目標レベルとして、総合電圧歪み率が高圧配電系で 5%、特高系で 3%と定められ、これを受け IEC 規格の整合性を基本とし、特定需要家向けの「高圧または特別高圧で受電する需要家の高調波抑制対策ガイドライン」と「家電・汎用品高調波抑制対策ガイドライン」※5（平成 6 年 9 月 30 日付けで通産省公報）が決定され通達された。規格では現在 JIS C 61000-3-2（2011）「電磁両立性－第 3-2 部：限度値－高調波電流発生限度値」が適用されており、電圧 300V 以下の商用電源に接続している定格電流 20A 以下の家庭・汎用機器に対して、高調波電流の発生限度を規定されている。発生限度の値については機器を分類し、各々のクラスの機器に対して適用されており、照明機器はクラス C の機器に対する限度値が適用されている。

施工に際しては LED 照明用の制御装置の仕様が、の高調波電流発生限度値に対応しているかの確認が必要であり、メーカーに対して仕様書を提出させるのも一つの方法である。※6 しかし、白熱電球などの高調波の少ない「線形負荷」から LED 照明などの「非線形負荷」に代わると、高調波が増加することが予想され、「高調波抑制対策ガイドライン」で制定する<u>高調波環境目標レベル</u>を対策無しでは守れない可能性も出てくるため、照明器具の性能を注意深く見て行く必要がある。

注記.　※5　日本工業規格 61000-3-2(2003)が制定されたことに伴い、「家電・汎用品高調波抑制対策ガイドライン」は、平成 16 年 9 月 6 日付け 16 製安第 15 号にて廃止された。

※6　最近ではアクティブ平滑フィルタなどの高調波対策用の回路を採用した制御装置も市販されるようになってきている。



参考文献：
中西康夫．電設技術，「LED の基礎知識」，p.32，平成 21 年 9 月号

図-4.7.1　LED 照明器具の制御装置の電源回路図

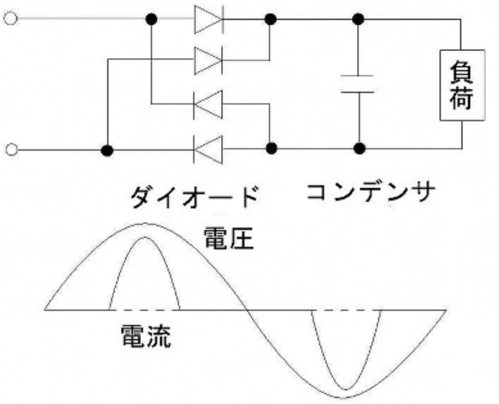


図-4.7.2　コンデンサインプット型
の整流回路の電圧・電流波形

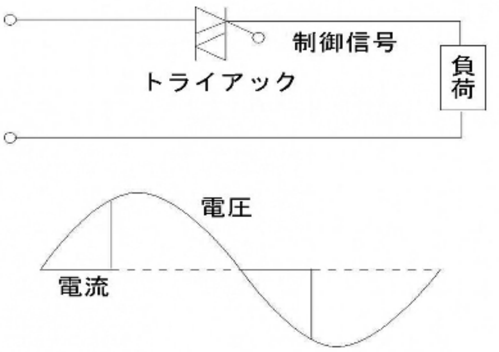
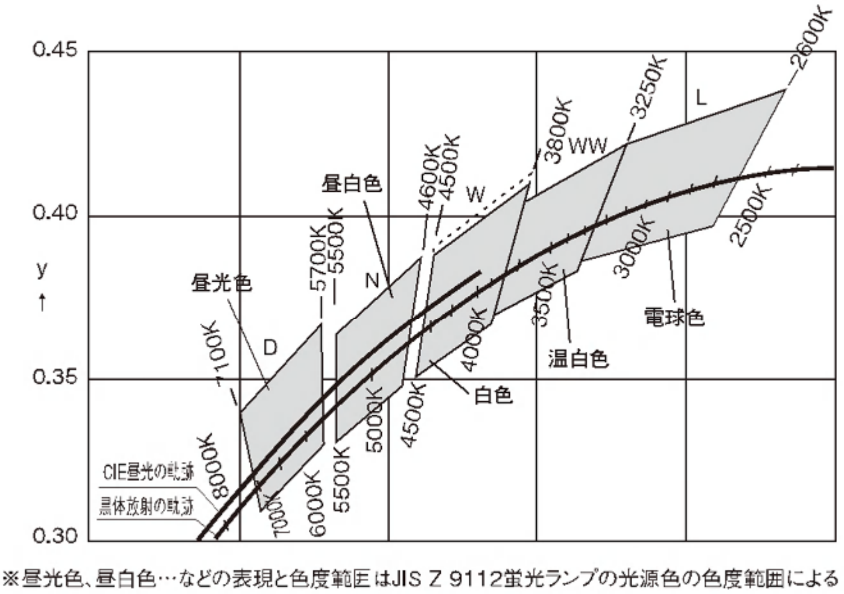


図-4.7.3　トライアック位相制御
の調光回路の電圧・電流波形

4.8　色のばらつき

LED照明器具は、半導体の製造工程、蛍光体の塗布工程、器具又はランプの組立工程など多くの工程を経て製造される。このため各工程における製造条件の差異が累積して、光色や明るさにばらつきが生じることがある。複数個のLED照明器具で一つの面を照らすようなウォールウォッシャーやコーブ照明などでは、各LEDモジュールの色の違いが表れやすく、違和感を覚えるだけでなくクレームの原因になることもある。青色LEDチップと黄色蛍光体を用いる白色LEDモジュールでは、製造過程で生じる青色LEDチップの波長ばらつきや黄色蛍光体量のばらつきが原因で、色温度に大きなばらつきが生じるのは止む得ないことである。メーカーでは色温度のばらつきの少ないLEDモジュールを得るために、完成品の色温度を測定して適合品を選別し器具組込み時に目立たなくする方法や、蛍光体を封止樹脂と共に成形して一定の厚みにする方法を採用して、色温度のばらつきを極力抑える努力を行っている。また、用途に応じて管理範囲を定めてばらつきの管理などを行っている。しかし、この方法では白色LEDモジュールの不適合品が減らず、コスト低減化の障害になっているため、青色LEDチップの製造工程でのばらつきをランク分けして、それに合わせて黄色蛍光体の量を調整することにより、色温度のばらつきを蛍光灯並みの5SDCM※7以内を目指しているメーカーもある。

LED 照明の場合も蛍光ランプ同様に、昼光色（D）、昼白色（N）、白色（W）、温白色（WW）、電球色（L）と表記され、光色の範囲はJIS Z 9112 によって図-4.8.1 に示すように決められているが、個々の LED チップ・モジュール・製造時期などにより、光色や明るさが異なることがあり、LED チップの性格上、若干のばらつきは仕方のないことと割り切る必要がある。カタログ表記の光束、相関色温度、平均演色評価数、配光特性などの数値は参考



※昼光色、昼白色…などの表現と色度範囲はJIS Z 9112蛍光ランプの光源色の色度範囲による

図-4.8.1　LED照明の各光色とばらつきイメージ

値であり保証値でないことを認識しておく必要がある。

注記. ※7　5SDCM：基準監督者が等色と判断する色温度範囲。

4.9　フリッカ及びちらつき

当初の LED 照明器具や廉価な商品及び制御装置を軽量にする必要がある直管形 LED ランプなどには、定電流ダイオード方式の制御装置が多く採用されている。図-4.9.1 に定電流ダイオード方式の波形と、スイッチング電源により電流制御方式の平滑化された波形を示すが、定電流ダイオード方式の電圧波形は整流の平滑化（波形の凹凸具合をならして、波形を直線に近づけること）が十分でなく脈流が顕著に見られる。この脈流は波形に隙間（電圧 0V の部分が顕著）あり、完全に点滅している状態でもちらつきが気になる。一般化している「スイッチング電源回路」でも平滑回路で除ききれない波形の乱れ（リップル）が残る場合がある。調光方式の LED 照明器具の場合には注意が必要である。

因果関係は明確になっていないが、フリッカやちらつきは目の感度が高い人には気になり、場合によっては眼精疲労や体調不良を訴えることがある。また、ちらつきは人の目に気になるだけでなく、ビデオ撮影やデジカメ撮影時にも影響を及ぼすため、ベース照明で使用している場合は注意が必要である。(社)日本電球工業会では対策として、ランプの出力電流波形のリップル率を 1.3 未満とし、波形の周波数を 100Hz 以上と要求している。また、平成 24 年 1 月 13 日改正された電気用品の技術上の基準を定める省令では、「一般照明に使用する LED ランプ又は LED 照明器具にあっては、光出力はちらつきを感じないものであること」と定められた。

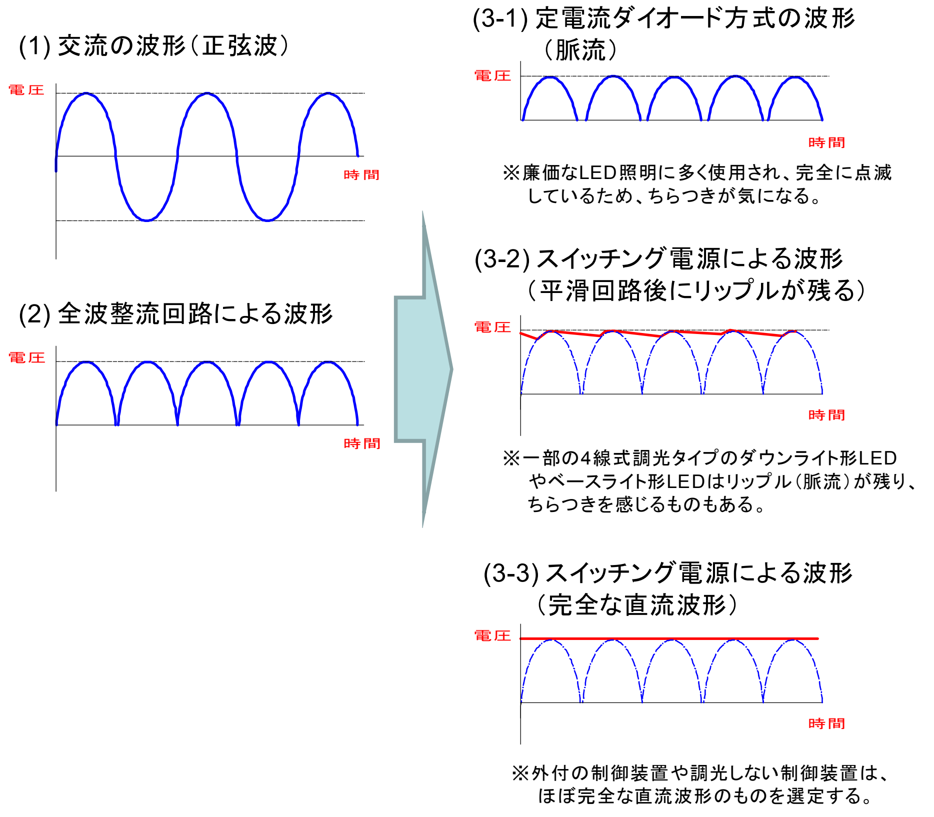


図-4.9.1　**制御装置の電圧波形とちらつき**

参考文献

1)　宮崎康弘,下田則和,藤原興起,葛原一功,横谷良二,森　哲,「高出力・低色度ばらつき LED パッケージ製造法」,p9,松下電工技報 Vol.55,No.2

5章　関連法規・規格との整合性と動向

5.1　適用する法規・規格及び基準の概要

LED 照明設備に関する主な法規及び基準は電気事業法をはじめ図-5.1.1 に示すとおりで、以下にその概要を示す。尚、照明設備の設置及び工事に当たっては関係各種法規・規格及び基準を遵守又は準じることが必要になる。

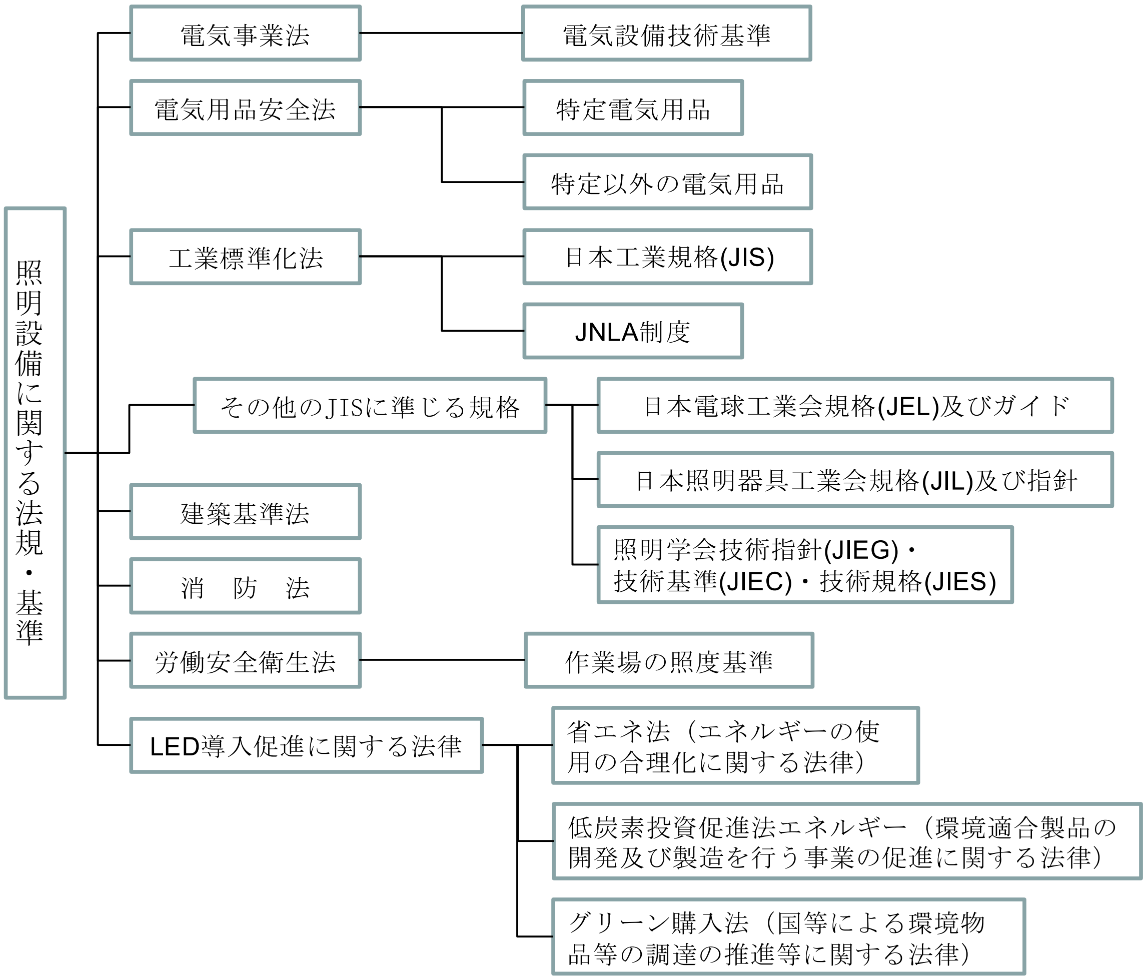


図-5.1.1　LED 照明設備に関係する法規・基準

(1)　電気事業法

電気事業及び電気工作物の保安の確保について定められている法律である。この電気事業法に基づき、電気工作物の技術基準を定める経済産業省令が電気技術基準（電気設備に関する技術基準を定める省令）である。電気技術基準は平成 9 年に全面改訂された際に機能性基準となり、その具体例が「電気設備の技術基準の解釈」として公表されている。また、需要場所における電気工作物の設計、施工、維持、管理に関して、電気設備の技術基準の解釈や関係法規を更に具体化し、補完した民間規格として内線規程などがある。

(2)　電気用品安全法

電気用品の製造、販売等を規制すると共に、電気用品の安全性の確保につき民間事業者の自主的な活動を促進することにより、電気用品による危険及び障害の発生を防止することを目的として定めら

れている。LED 照明器具及び LED ランプ（一部を除く）は「特定電気用品以外の電気用品」対象である。尚、LED 関連機器の中で制御装置や電源装置を単独で使用する場合は、「特定電気用品」対象となる。

⑶ 工業標準化法

適正かつ合理的な工業標準の制定及び普及により、工業標準化を促進することによって、鉱工業品の品質の改善、生産能率の増進その他生産の合理化、取引の単純公正化及び使用又は消費の合理化を図り、あわせて公共の福祉の増進に寄与することを目的として制定された法律。日本工業規格（JIS）は、同法律基づき日本工業標準調査会の答申を受け、大臣が制定する工業標準である。

また、2004 年 6 月 9 日に公布された「工業標準化法の一部を改正する法律」で、試験事業者登録制度（新 JNLA 制度）が導入され、国により登録された民間の試験業者が行う制度に移行した。

⑷ 建築基準法

国民の生命・健康・財産の保護のため、建築物の敷地・設備・構造・用途についてその最低基準を定めた法律である。安全性・安定性の基準を設けることで、国民の生活をより快適かつ安全なものになることを目的とする法律である。

⑸ 消防法

この法律は、火災を予防し、警戒し及び鎮圧し、国民の生命、身体及び財産を火災から保護するとともに、火災又は地震等の災害による被害を軽減するほか、災害等による傷病者の搬送を適切に行い、もつて安寧秩序を保持し、社会公共の福祉の増進に資することを目的とする法律である。

⑹ 労働安全衛生法

この法律は、労働災害の防止のための危害防止基準の確立、責任体制の明確化及び自主的活動の促進の措置を講ずる等その防止に関する総合的計画的な対策を推進することにより職場における労働者の安全と健康を確保するとともに、快適な職場環境の形成を促進することを目的とする法律である。作業場所の照度の最低値が、同法の労働安全衛生規則第 604 条（照度）に定められている。

表-6.1.1
作業場所の最低照度基準
（労働安全衛生規則より）

作業の区分	基　準
精密な作業	300 ℓx
普通の作業	150 ℓx
粗な作業	70 ℓx

⑺ 省エネ法（エネルギーの使用の合理化に関する法律）

省エネ法は、石油危機を契機として昭和 54 年に、「内外のエネルギーをめぐる経済的社会的環境に応じた燃料資源の有効な利用の確保」と「工場・事業場、輸送、建築物、機械器具についてのエネルギーの使用の合理化を総合的に進めるための必要な措置を講ずる」ことなどを目的に制定された。

⑻ グリーン購入法（国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律）

循環型社会形成推進基本法の個別法のひとつとして制定されました法律で、国等の公的機関が率先して環境物品等（環境負荷低減に資する製品・サービス）の調達を推進するとともに、環境物品等に関する適切な情報提供を促進することにより、需要の転換を図り、持続的発展が可能な社会の構築を推進することを目指している。また、国等の各機関の取組に関することのほか、地方公共団体、事業者及び国民の責務などについても定めている。

5.2　電気事業法及び電気設備技術基準との関係

電気事業法施行令第 1 条第 1 項三号に電気工作物から除かれる工作物として、「電圧 30V 未満の電気設備であって、電圧 30V 以上の電気設備と電気的に接続されていないもの」と規定されている。LED 照明は直流 12V 等の低い電圧で点灯するため、電圧 30V 未満の電気設備であることから電気工作物の分類に入らないと解釈されて、電気工事士以外でも工事ができると誤解されている場合がある。特に制御装置（電源部）別置型で、複数の LED 器具に制御装置から電気を供給するような場合であって、制御装置の電源が電力系統に直接接続されている場合は、制御装置の二次側回路の電圧 30V 未満でも、電気工作物と見做されるので注意を要する。図-5.2.1 に示す(a)のようにバッテリー等で点灯する場合で、電力系統から縁が切れている場合は電気工作物と見なされなくてよいが、(b)の電力系統から直接電気を受けるものは 30V 未満でも電気工作物になるため、工事において、この点を明確に理解し、電気設備の技術基準に従った適切な施工が要求される。また、(c)のコンセントを介して接続する器具の場合でも、制御装置と器具間の配線接続工事は、電気工作物に準じる扱いが必要であり、有資格者（電気工事士等）による施工が望ましい。

また、制御装置（電源部）から照明器具までの配線は専用のコネクタ付ケーブルを使用するのが望ましいが、これ以外を使用する場合は 30V 未満の二次側回路であっても、メーカーが指定する電線・ケーブル同等の性能を有するもの（例：器具内コード等で 0.75mm2 以上のサイズ）を使用し、配線分岐箇所又は接続箇所はボックス内で圧着端子やコネクタ等を使用しておくことが安全性、メンテナンス性を考慮した場合に望ましい。また制御装置一次側 AC 電源回路と二次側 DC 回路を誤って接続した場合は機器の故障、損傷、火災の危険性があるので注意する。

電源別置形の場合で、入力電圧が低圧の制御装置に D 種接地が必要になるが、照明器具には法規上必要でない場合もある。しかし強電電線の近くに設置する場合などは混触による感電事故防止のため接地を設けることが望ましい。

最近 LED モジュールを組み込んだディスプレイやサイン灯での漏電・発煙事故等の報告がなされているが、その中には電気工事の資格を持たず、電気に関する知識を持たない者が施工した例もあり、区分を明確にして安全性を確保する必要がある。また、事務機メーカー等が提供する間仕切りパネル等に、タスク照明として LED ランプを組込むケースがあるが、電気工作物であるか否かの区分を明確にして対応する。

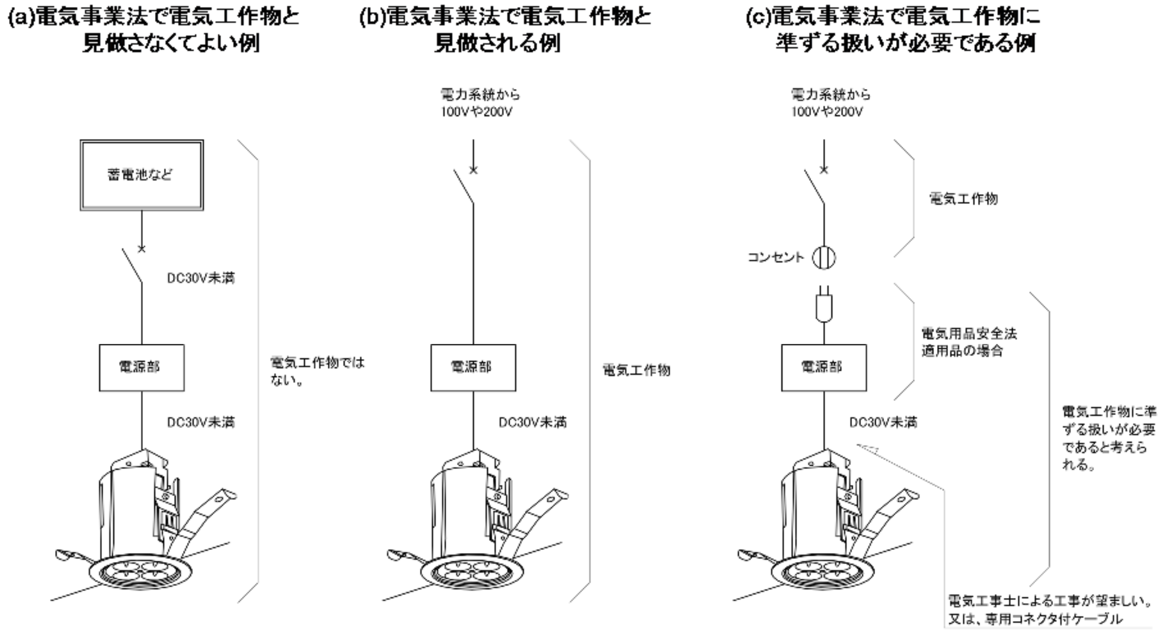


図-5.2.1　電気事業法施行令と LED 照明

5.3　電気用品安全法と LED ランプ・LED 照明器具に関する改正

LED を利用した光源や照明器具は、白熱灯や放電灯（蛍光灯、HID など）とは点灯の原理、構造などが異なることから表-5.3.1 に示す「照明器具の形状・用途により分類される電気用品」については電気用品の対象になるが、表-5.3.2 に示す「光源の種類により分類される電気用品」には該当しなかった。このため安全性や品質性能が満たされていない製品が市場に流出する可能性があり、消費者側からは安全・品質確保の観点から、メーカーからは安全設計の観点から法制度の整備が求められていた。

表-5.3.1　照明器具の形状・用途で分類される電気用品

電気用品名
電気スタンド
装飾用電灯器具
広告灯
ハンドランプ
庭園灯器具
充電式携帯電灯

表-5.3.2　光源の種類により分類される電気用品

電気用品名	光源の種類
白熱電球	白熱電球
蛍光ランプ	蛍光灯
家庭用つり下げ形蛍光灯	蛍光灯
その他の白熱電灯器具	白熱電球
その他の放電灯器具	放電灯（蛍光灯、HID灯等）

このような背景を踏まえて関係機関などで検討が進められ、平成 22 年 5 月経済産業省製品安全課から、近年事故が散見される製品で急速な普及が見込まれる製品を、規制対象化するための「事故事例等を受けた電気用品安全法の政省令について」※1 が出された。パブリックコメント（意見募集期間：平成 23 年 1 月 6 日～1 月 25 日）などの所要手続きを経て、平成 23 年 7 月 1 日に電気用品安全法施行令の改正※2 が閣議決定され、LED ランプ及び LED 照明器具について規制対象品目として追加された。併せて、平成 24 年 1 月 13 日に電気用品の技術上の基準を定める省令及び電気用品安全法施行規則が改正され、LED ランプ等の技術基準（解釈付）、施行規則（別表第二）、施行規則（別表第五）、技術基準解釈（雑音の強さ）が定められた。

これにより LED ランプと LED 照明器具の製造業者は、平成 24 年 7 月 1 日以降に製造又は輸入するものについては、技術基準に適合する製品を生産し、基準への適合を示す PSE マーク等（自主検査のみで表示できる特定電気用品以外を対象とした丸形マーク）を製品に表示しなければならなくなった。平成 24 年 6 月 30 日までに製造又は輸入したものでも PSE マーク等を表示する場合は、平成 24 年 7 月 1 日施行の技術基準を満足することが必要となった。尚、平成 24 年 6 月 30 日までに製造又は輸入したもので PSE マーク等を表示しない場合は、継続して販売することができるが、製造・輸入日が確認できる証拠書類の保管が必要となる。

技術基準の改正概要は、共通事項として従来の照明器具と同じ基準の適用と、個別事項では「構造」、「絶縁性能」、「平常温度上昇」等の事項の他、LED 特有の特性である長寿命などによる経年劣化や寿命末期の安全性、ちらつきを無くす周波数などの基準が追加された。表-5.3.3 に電気用品の技術上の基準を定める省令第一項基準の事項（別表第八）を、表-5.3.4 に LED ランプ及び LED 照明器具全般に共通に追加された基準と解釈を示す。

注記.　※1　参考資料-3「事故事例等を受けた電気用品安全法の政省令改正について：経済産業省製品安全課」を参照のこと。

※2　参考資料-4「電気用品安全法施行令の一部を改正する政令について：経済産業省商務流通グループ製品安全課」を参照のこと。

表-5.3.3　電気用品の技術上の基準を定める省令第一項基準の事項（別表第八）

	エル・イー・ディー・ランプ（LEDランプ）	エル・イー・ディー・電灯器具（LED照明器具）
共通事項	(1)　材料 (2)　構造 (3)　部品及び付属品 (4)　消費電力等の許容差 (5)　雑音の強さ (6)　電圧変動による運転性能 (7)　二重絶縁構造 (8)　漏えい電流測定 (9)　表示	
個別事項	イ 構造 (イ)口金等の導電部は、銅又は銅合金であること。 (ロ)口金のかん合部の寸法は、JIS C 7709-1に適合すること。 ～（中略）～ (ニ)一般照明用に使用するエル・イー・ディー・ランプにあっては、光出力は、ちらつきを感じないものであること。 (ホ)供用期間中、発煙、発火等火災に関連する故障が発生しない設計であること。 ロ 絶縁性能 ハ 口金の接着強さ	イ 構造 (イ)屋外用のものにあっては、防水構造であること。 ～（中略）～ (ヌ)一般照明用として光源にエル・イー・ディーを使用するものにあっては、光出力は、ちらつきを感じないものであること。 (ル)供用期間中、発煙、発火等火災に関連する故障が発生しない設計であること。 ロ 絶縁性能 ハ 平常温度 ニ 熱変形 ホ 耐熱衝撃性 ヘ 機械的強度

表-5.3.4　LED ランプ及び LED 照明器具全般に共通に追加された基準と解釈

追加された基準	技術基準	解釈
光出力のちらつき（フリッカー）対策	光出力はちらつきを感じないものであること。	繰り返し周波数が100Hz以上で光出力に欠落がない、又は、繰り返し周波数が500Hz以上のものは「ちらつきを感じないもの」と解釈
供用期間中、発煙発火	供用期間中、発煙、発火等火災に関連する故障が発生しない設計であること	過入力状態の試験及び外郭の耐火性に合格するものであれば適合するものと解釈
異常温度上昇	ランプ制御装置出力回路の露出充電部を短絡したとき、器体外部に炎が出ることなく、木台の温度が160℃以下で、絶縁抵抗が0.1MΩ以上であること※3	

注記．※3　電気スタンドやハンドランプ等は、LED制御出力回路の直流低電圧が露出する場合が考えられ、筆記具やネックレス等によって。短絡してしまう状況を想定した試験に対応できること

図-5.3.1 に今回拡張された範囲をしめすが、「エル・イー・ディー・ランプ（LED ランプ）」については、「(10) 定格消費電力が 1W 以上のものであって、1 の口金を有するものに限る」※2、一方「エル・イー・ディー・電灯器具（LED 照明器具）」については、「(12) 定格消費電力が 1W 以上のものに限り、防爆型のものを除く」※4 とあり、「ランプの入力電流が直流であるもの（AC／DC 変換の制御装置が非内蔵のもの）」、「2 の口金を有する直管 LED ランプや環状形 LED ランプ」、「E39 口金のもの（家庭用に販売されていないもの）」、「コネクタ接続であるもの（JIS C 7709-1 に規定される口金を有していない）」、「定格消費電力が 1W 未満のもの（政令指定外）」は対象とならない。これは、今回の狙いが急速に家庭に普及している電球形 LED ランプだったことと、直管 LED ランプを対象にするためには、直管特有の技術基準について検討が必要になることから今回の改正では対象外となった。

しかし、直管 LED ランプを専用に使用する照明器具は「エル・イー・ディー・電灯器具」に含まれるとされ、電気用品に追加されることになったため、使用者によって直管ランプを取り付け、又は取

り外しが出来る器具については、省令第 1 項技術基準（参考資料-5「直管型 LED ランプを専用に使用する灯具に対する技術基準要求について」を参照されたい。）により、ランプの取換え時や清掃時の容易さや確実さ、並びに安全が確保できる構造であることが要求されている。尚、この技術基準に適合していない器具や安全性について実証出来ない器具については、ランプを使用者により取り外せない構造にすることが要求されている。

今回、電気用品安全法の規制対象品目として追加されなかった品目についても。経済産業省並びに関係団体では、継続して電気用品安全法の適用対象とすべく準備が進められている。現段階では法規制外でも、機種の選定に当たっては、関連する技術基準に準拠した製品の選定が必要であり、製造者の安全基準、試験内容、性能評価データ等を確認することが重要である。国内の照明器具製造者の場合は、従来 JIS 等の技術基準に準拠した試験が照明器具に実施されており、LED 照明についても準拠した試験がなされ、それを基に性能評価データが整備されていると考えても差し支えないが、照明器具製造者以外の新規参入者又は規格の異なる海外等の製造者の場合には、第 3 者機関（JNLA 制度等で認定された試験所・事業所）にて評価された性能評価データを提出させることも一つの方法である。

注記. ※4　電気用品安全法施行令別表第 2 第 9 号（10），(12)より引用。

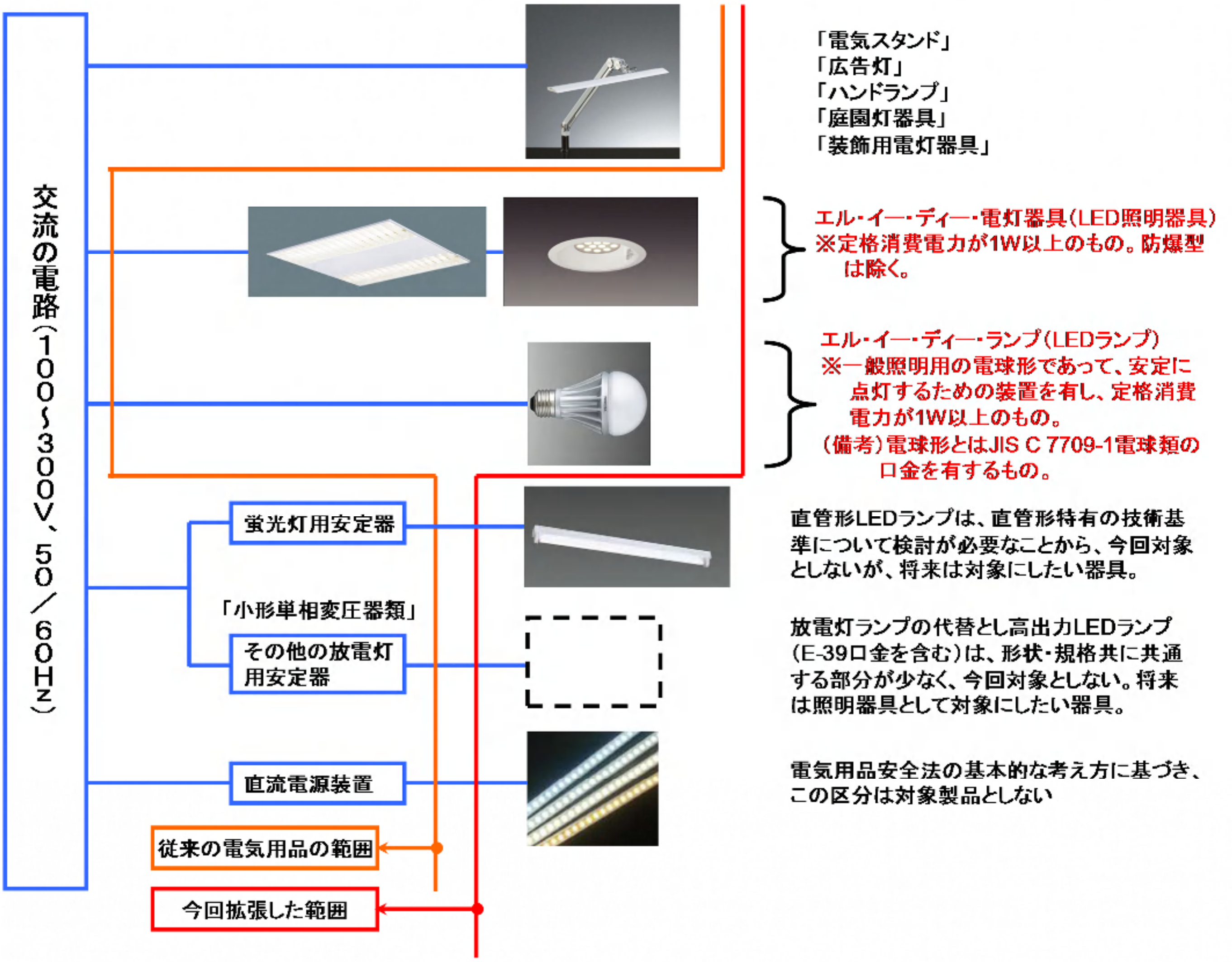


図-5.3.1　電子発光体照明器具（エル・イー・ディー・照明器具）と電気用品安全法の従来の範囲と今回拡張された範囲

5.4　日本工業規格（JIS）

LED 照明の正しい普及促進のためには、LED 光源・モジュール・電源・器具を開発する際に必要な、既存光源や照明器具の評価と整合が可能な LED 向けの測定方法・安全基準・性能要求事項の整備が必要であり、日本も経済産業省、照明関連 3 団体（日本照明工業会、照明学会、日本照明委員会）を中心に基準・規格の策定を加速させる動きにある。

LED 照明に関する日本工業規格（JIS）は、平成 19 年の JIS C 8152 照明用白色発光ダイオードの測定方法制定に始まり順次進められており、平成 24 年 11 月には JIS マークの対象となる「JIS C 8158：一般照明用電球形 LED ランプ（電源電圧 50V 超）」※5 が制定され、続けて平成 25 年 4 月 22 日には、誤使用を防止する LED 専用口金（GX16t-5）を採用した「JIS C 8159-1：一般照明用 GX16t-5 口金付直管 LED ランプ－第 1 部：安全仕様」※6 が制定された。

表-5.4.1 に一般照明用 LED 光源及び制御装置を対象とした発行済み JIS 規格の一覧を、表-5.4.2 に発行予定の JIS 規格の一覧を示すが、LED 照明器具及び LED ランプに関する安全仕様や性能要求事項等、器具及びランプとして必要な基本事項が徐々に規定されており、他の JIS 製品規格についても原案の作成が進行中である。

表-5.4.1　一般照明用 LED 光源及び制御装置　発行済み JIS 規格一覧

規　格	規　格　名　称	制定（改正）
JIS C 7550	ランプ及びランプシステムの光生物的安全性	2011.12.20
JIS C 7709-0	電球類の口金・受金及びそれらのゲージ並びに互換性・安全性 第0部　電球類の口金・受金及びそれらのゲージ類の総括的事項（追補4）	2012.1.20
JIS C 7709 -1 ～3　追補5	電球類の口金・受金及びそれらのゲージ並びに互換性・安全性 第1～3部　口金、受金、ゲージ　口金GX16t-5を追加	2012.1.20
JIS C 7801	一般照明用測光法　（照明用途の発光ダイオードLEDは除く） 電球形LEDランプを適用範囲に追加	2012.6.20
JIS C 8105-1	照明器具－第1部：安全性要求事項通則	2010.3.23
JIS C 8105-2-1～ 4,7,8,12,13	照明器具－第2部：定着灯器具・埋込み形器具・一般用移動灯器具・可搬形庭園灯器具・ハンドランプ・電源コンセント取付形常夜灯・地中埋込み形照明器具に関する安全性要求事項	2010.3.23 2011.9.20
JIS C 8105-3	照明器具－第3部：性能要求事項通則　LED照明器具の性能要求事項	2011.12.20
JIS C 8105-5	照明器具－第5部：配光測定方法　LED照明器具に適用できる内容にて制定	2011.12.20
JIS C 8121-2-2	ランプソケット類－第2－2部：プリント回路板ベースLEDモジュール用コネクタに関する安全性能要求事項	2009.3.20
JIS C 8147-1	ランプ制御装置－第1部：通側及び安全性要求事項	2012.2.24
JIS C 8147-2～ 13	ランプ制御装置－第2～13部　直流又は交流電源用LEDモジュール用 制御装置の個別要求事項（安全規格）	2008.10.20
JIS C 8152-1	照明用白色発光ダイオードの測光方法－第1部　LEDパッケージ	2012.6.20
JIS C 8152-2	照明用白色発光ダイオードの測光方法 第2部　LEDモジュール及びLEDライトエンジン	2012.6.20
JIS C 8152-3	照明用白色発光ダイオード（LED）の測光方法－第3部：光束維持率の測定方法	2013.7.22
JIS C 8153	LEDモジュール用制御装置－性能要求事項	2009.3.20
JIS C 8154	一般照明用LEDモジュール－安全仕様	2009.3.20
JIS C 8155	一般照明用LEDモジュール－性能要求事項	2010.9.21
JIS C 8156	一般照明用電球形LEDランプ（電源電圧50V超過）－安全仕様	2011.2.21
JIS C 8157	一般照明用電球形LEDランプ（電源電圧50V超過）－　JISマーク対象製品規格	2011.12.20
JIS C 8158	一般照明用電球形LEDランプ（電源電圧50V超過）	2012.11.20
JIS C 8159-1	一般照明用GX16t-5口金付直管LEDランプ－第1部：安全仕様	2013.4.22

表-5.4.2　一般照明用 LED 光源及び制御装置　発行予定 JIS 規格一覧

規　格	規　格　名　称	制定予定
JIS C 8159-2	一般照明用GX16t-5口金付直管LEDランプ－第2部：性能要求事項	2013.中
JIS C 8105-1 追補1	照明器具－第1部：安全性要求事項通則　追補1 （LED照明器具の安全性要求事項を追加）	2013.中
JIS C 8131	道路照明器具 （適用範囲にLED照明器具を含めるように改正）	2013.中
JIS C 8112	蛍光灯卓上スタンド（勉学・読書用） （適用範囲にLED照明器具を含めるように改正、規格名称も変更）	2014.中
JIS C 8115	家庭用蛍光灯器具 （適用範囲にLED照明器具を含めるように改正、規格名称も変更）	2014.中
JIS C 8121-2-2	ランプソケット類－第2－3部：GX16t-5ソケットに関する安全性要求事項	2014.中

また、LED 照明器具は JIS C 61000-3-2(2011)「電磁両立性－第 3-2 部：限度値－高調波電流発生限度値（1 相当たりの入力電流が 20A 以下の機器)」に適用される機器に該当し、この規格ではクラス C に分類される。クラス C では有効入力電力が 25W を超える機器を対象とした高調波電流発生限度値が示されている。

注記. ※5　電球形 LED ランプは既存の白熱電球に代替して使用することができ、簡便さから普及が進んでいるが、配光が白熱電球と異なる事などから、白熱電球と完全互換ができない製品が存在しており、混乱を避けるため形式ら性能表示等の統一が必須であるとし、(社)日本電球工業会（現、(一社)日本照明工業会）では、平成 22 年 7 月 16 日に「JEL800：電球形 LED ランプの形式付与方法」と「ガイド-008：電球形 LED ランプ性能表示等のガイドライン」を制定した。

注記. ※6　JIS C 8158 は、この規格及びガイドが JIS 化されたものである。また、JIS C 8159-1 は日本電球工業会（現(一社)日本照明工業会）が工業会規格 JEL801 を基に 2012 年 9 月 26 日に JIS 化原案として提出したものであり、この規格化により、規格が無く混乱していた直管 LED ランプの方向性が徐々に固まっていくものと考えられる。

(一社)日本電設工業協会としては、LED 照明に関する事項について、国が定める工業標準（規格）としての日本工業規格（JIS）を、統一的な安全、性能、品質、環境等に於ける重要な工業標準（規格）として捉えている。LED 照明に関する JIS については現在整備中であるが、既に制定されている JIS について安全性能事項と性能要求事項に分けて下記に記載しているので、関連する事項を遵守し施工に当たって頂きたい。尚、本項で記載している JIS については適用範囲及び目的のみを記載し、各条項文章は省略しているので、本文については該当する JIS の項目を参照されたい。

5.4.1　JIS(日本工業規格)に於ける安全性能事項

JIS C 7550：2011

ランプおよびランプシステムの光生物的安全性

・適用範囲及び目的

この規格は、レーザーを除く LED ランプを含むランプ、照明器具などのランプシステムにおける光生物学的安全性の試験項目及び試験方法について規定する。なお、JIS T 7332 など、別途規定があるものについては適用しない。

・各条項文章・・・省略

・附属書 A（規定）　　光源の大きさの測定方法
・附属書 B（規定）　　照度計又は輝度計の色補正係数及び放射照度計の分光応答度補正係数の算出方法
・附属書 C（規定）　　皮膚の熱傷害の露光限界
・附属書 D（規定）　　JIS と対応国際規格との対比表

JISC8105-1：2010
照明器具－第 1 部：安全性要求事項通則

・適用範囲及び目的
この規格は、電源電圧が 1000V 以下の電気光源（白熱電球、蛍光ランプ、その他の放電ランプ、LED などの電子発光体）用の照明器具に適用する。この規格は、照明器具の分類、表示並びに機械的及び電気的構造に関する一般要求事項について規定する。この規格の各章は、第 0 章及び引用している関連章と併せて適用しなければならない。JISC8105 規格郡の第 2 部として規定する照明器具の個別規格は、電源電圧が 1000V 以下の特定の形式又は特定のグループの照明器具の要求事項について規定している。第 2 部は、容易に改正できるよう、及び必要性があるときに新しい章を追加できるよう、個別に発行する。この規格は、安全性に関する電気的、機械的及び熱的要求事項について規定する。照明器具の光学的データの提示は、国際照明委員会（CIE）で検討中であり、この規格には含まない。
注記 1　照明器具の光学的特性は、JISC8105-3 の 8（光特性）に規定している。・・・以降省略

・各条項文章・・・省略

JISC8121-2-2：2009
ランプソケット類－第 2－2 部：プリント回路板ベース LED モジュール用コネクタに関する安全性能要求事項

・適用範囲
この規格は、プリント回路板（PCB）ベース LED モジュール用に用いられる各種の組込み用コネクタ（LED モジュール間の接続を含む。以下、LED モジュールコネクタという。）に適用する。この規格は、引用される JISC8121－1 の関連する各条項と併せて読まなければならない。

・各条項文章・・・省略

JISC8147-2-13：2008
ランプ制御装置－第 2－13 部：直流又は交流電源用 LED モジュール用制御装置の個別要求事項

・適用範囲
この規格は、定格入力電圧が直流 250V 以下、及び交流（50Hz 専用、60Hz 共用）1000V 以下で、電源周波数と異なる出力周波数で使用するための LED モジュール用制御装置の個別要求事項について規定する。この規格に規定する LED モジュール用制御装置は、SELV

若しくは SELV 同等、又はそれ以上の定電圧及び定電流を供給するよう設計する。また、定電圧及び定電流以外の出力特性を持つ制御装置に関しても、この規格から除外しない。JISC8147-1 の付属書は、この規格に従って適用することができ、ランプという用語を使用する JISC8147-1 の附属書には、LED モジュールも含む。設備内の配線の一部を構成する据付形の LED モジュール用独立形 SELV 入力制御装置の個別要求事項は、附属書 I に規定する。性能要求事項は、IEC62384 に規定する照明器具の一部をなすプラグイン制御装置は、器具内用制御装置として照明器具規格の追加要求事項に規定する。

・各条項文章・・・省略

・附属書 A（規定）　導電部が電源を生じる受電部であるかどうかを決めるための試験
・附属書 B（規定）　熱的保護機能付きランプ制御装置の個別要求事項
・附属書 C（規定）　加熱保護手段付き電子ランプ制御装置の個別要求事項
・附属書 D（規定）　熱的保護機能付きランプ制御装置の過熱試験方法
・附属書 E（規定）　tw 試験での 4500 以外の定数 S の使用
・附属書 F（規定）　風防容器
・附属書 G（規定）　パルス電圧の値の由来の説明
・附属書 H（規定）　試験
・附属書 I（規定）　直流又は交流電源用 LED モジュール用独立型 SELV 制御装置の追加要求事項
・附属書 JA（規定）（対応国際規格にはない事項）　直流又は交流電源用 LED モジュール用独立形クラス 0 制御装置の個別追加要求事項
・附属書 JB（規定）（対応国際規格にはない事項）　追加の安全性要求事項
・附属書 JC（規定）（対応国際規格にはない事項）　JIS と対応する国際規格との対比表

JISC8154：2009
一般照明用 LED モジュールー安全仕様

・適用範囲
この規格は、一般照明用として使用する LED モジュールの安全要求事項について規定する。制御装置内蔵形 LED モジュール以外の LED モジュールは、定電圧及び定電流の状態又は定電力の状態で駆動するものを対象とする。制御装置内蔵形 LED モジュールは、直流 250V 以下、及び交流 50Hz 又は 60Hz で、1000V 以下のものを対象とする。

・各条項文章・・・省略

・附属書 A（規定）　試験
・附属書 B（参考）　LED モジュール及び制御装置からなるシステム概要
・附属書 C（参考）　製造工程における適合試験
・附属書 JA（参考）（対応国際規格にはない事項）　定格入力電圧が 50V を超える一般照明用電球形 LED（制御装置内臓形 LED ランプ）の安全要求事項
・附属書 JB（参考）　JIS と対応する国際規格との対比表

JISC8156：2011

一般照明用電球形 LED ランプ（電源電圧 50V 超）－安全仕様

・適用範囲

この規格は、家庭用又はそれに類する一般照明用に使われ、かつ、安定に点灯動作する装置と一体化した電球型 LED ランプ（以下、ランプという。）に要求する安全性及び互換性についての要求事項、並びにその合否判定に必要な試験方法について規定する。この規格で適用する LED ランプの範囲を、次に示す。

－定格ランプ電力：60W 以下

－定格入力電圧　：50V を超え 250V 以下

－口金：E 形（E11、E12/15、E14/20、E17/20、E26/25）、B 形（B22d）及び GX53

また、この規格の LED ランプは、既に標準化されている電球類を代替するものと、明確な代替対象をもたないものとに区分され、その両者を含む。この規格に規定する要求事項は、形式試験だけに関するものである。・・・以降省略

・各条項文章・・・省略

・附属書 A（参考）　LED モジュール及び制御装置からなるシステムの概要

・附属書 B（規定）　点灯姿勢に制限のあるランプ

・附属書 JA（規定）（対応国際規格にはない事項）　包装又は取扱説明書の安全に関わる注意事項の表示

・附属書 JB（参考）（対応国際規格にはない事項）　検査

・附属書 JC（参考）（対応国際規格にはない事項）　照明器具設計のための参考情報

・附属書 JD（参考）　JIS と対応国際規格との対比表

JIS C 8159-1：2013

一般照明用 GX16t-5 口金付直管 LED ランプ－第 1 部：安全仕様

・適用範囲

この規格は、LED 装置を内蔵しない，GX16t-5 口金付直管 LED ランプ（以下，直管 LED ランプという。）の安全性について規定する。

この規格は、次の直管 LED ランプに適用する。

－定格ランプ電力：60W 以下

－ランプ電圧：リップルのない直流 120V（120V ripple free d.c.）以下

－口金：GX16t-5

この規格は、従来の蛍光ランプ用口金を用い、かつ制御装置を内蔵した直管 LED ランプには、適用しない。この規格を適用する直管 LED ランプは、JIS C 8105-1 で定める照明器具の絶縁階級を示す、クラスⅠ照明器具及びクラスⅡ照明器具に対応することができる。

注記 1，2・・・省略

・各条項文章・・・省略

・附属書 A（規定）　口金表面の温度上昇試験

・附属書 B（規定）　包装又は取扱説明書の安全に関わる注意事項の表示
・附属書 C（規定）　直管 LED ランプにおけるその他の表示
・附属書 D（規定）　検査
・附属書 E（参考）　直管 LED ランプ制御装置設計のための情報
・附属書 F（参考）　直管 LED ランプソケット設計のための情報
・附属書 G（参考）　直管 LED ランプ照明器具設計のための情報
・附属書 H（参考）　LED モジュール及び制御蔵置からなるシステムの概要

注記. ランプの要求事項や安全性要求事項等については 5.4.1 の日本電球工業会規格（JEL801:2010）を参照のこと。

JISC61000-3-2：2011
電磁両立性－第 3－2 部：限度値－高調波電流発生限度値（１相当たりの入力電流が 20A 以下の機器）

・適用範囲
この規格は、商用電源系統に流入する高調波電流の制限について規定する。この規格は、規定の試験条件で、供試機器が発生する入力電流に含まれる高調波成分の限度値を規定する。高調波成分の測定は、附属書 A 及び附属書 B に基づいて行う。この規格に基づいた試験は、形式試験とする。特定の個別機器に対する試験条件は、附属書 C に規定する。この規格は、電圧 300V 以下の商用電源系統に接続して用いる定格電流 20A／相以下の電気・電子機器(家電・汎用品)（以下、機器という。）に適用する。ただし、この範囲外であっても、これを準用することを妨げない。・・・以降省略

・各条項文章・・・省略

・附属書 A（規定）　測定回路及び測定用電源
・附属書 B（規定）　測定器の要求仕様
・附属書 C（規定）　形式試験の条件
・附属書 JA（参考）　JIS と対応国際規格との対比表

JIS C 61000-4-2：1999
電磁両立性－第 4－2 部：試験及び測定技術　第 2 節：静電気放電イミュニティ試験

・適用範囲
この規格は、操作者からの直接の、又は近接している物体への静電気放電に曝される電気・電子装置に対するイミュニティ要求事項と試験方法について規定する。また、異なった環境や設置条件に関する試験レベルの範囲を規定し、試験手順も規定する。この規格の目的は、電気・電子装置が、静電気放電を受けたときの性能を評価するための共通の、また再現性のある物体に対して起こる静電気放電も含んでいる。・・・以降省略

・各条項文章・・・省略

・附属書 A（参考）　注釈

・附属書 B（参考）　　　　構造の詳細
・附属書 1（参考）　　　　日本の電源事情による推奨試験方法

JIS C 61000-4-5：2009
電磁両立性－第 4－5 部：試験及び測定技術　サージイミュニティ試験

・適用範囲
この規格は、開閉（スイッチング）及び雷の過渡現象による過電圧によって発生する単極性（正又は負）のサージに対する、イミュニティ要求事項、試験方法及び装置に対して推奨する試験レベルの範囲について規定する。異なる環境及び設置状態に関する、幾つかの試験レベルを規定する。これらの要求事項は、電気・電子装置に対して作成され、かつ、適用される。この規格の目的は、サージにさらされた場合の電気・電子装置のイミュニティを評価するための、共通の基準を確立することにある。この規格に規定する試験方法は、定義した現象に対して、装置又はシステムのイミュニティを評価するための一貫した方法を規定している・・・以下省略

・各条項文章・・・省略

・附属書 A（参考）　　　　発生器及び試験レベルの選択
・附属書 B（参考）　　　　補足説明
・附属書 C（参考）　　　　低電圧電力系統へ接続される装置のイミュニティ達成の考察

5.4.2　JIS(日本工業規格)に於ける性能要求事項

JIS C 8105-3：2011
照明器具－第 3 部：性能要求事項通則

・適用範囲
この規格は、電源電圧が 1000V 以下の電気光源（白熱電球、蛍光ランプ、その他の放電ランプ、LED などの電子発行体。以下、光源という。）用の一般照明器具（以下、照明器具という。）の性能要求事項及び受渡検査に関する通則について規定する。なお、LED 照明器具の性能要求事項、試験方法及び検査は、附属書 A 及び附属書 B による。照明器具の個別製品規格に、この規格と同一項目の規定がある場合は、個別製品規格による。
・各条項文章・・・省略

・附属書 A（規定）　　　　LED 照明器具性能要求事項
・附属書 B（規定）　　　　LED 照明器具特性の試験方法

JIS C 8105-5：2011
照明器具－第 5 部：配光測定方法

・適用範囲
この規格は、電気光源（白熱電球、蛍光ランプ、その他の放電ランプ、LED などの電子発行体）用の一般照明器具の配光特性及び光束の測定方法について規定する。なお、照明器具

具の個別規格に測定方法を規定している場合は、個別規格による。ここでいう、一般照明器具には、次のものは含まない。ただし、一般照明器具以外の照明器具又は光源であってもこの規格の準用が可能な場合には、準用を妨げるものではない。

ａ）水中に没して使用するもの

ｂ）消防法による誘導灯器具

ｃ）航空機の離着陸のための照明器具及び航空障害灯器具

・各条項文章・・・省略

・附属書 A（規定）　全光束が値付けられた標準光源による全光束測定方法
・附属書 B（規定）　配光測定装置の種類
・附属書 C（規定）　色補正係数の求め方の例
・附属書 D（規定）　電子フォーマット

JISC8152-1：2012

照明用白色発光ダイオード(LED)の測光方法－第 1 部：LED パッケージ

・適用範囲

この規格は、照明用途の白色の発光ダイオード（LED）パッケージの CIE 平均化 LED 光度、全光束などの測光量及び光源色に関する量を求める方法について規定する。なお、規格は、一般照明光源（電球形 LED ランプを含む。）の測定方法は、JIS C 7801 による。また、LED モジュール及び LED ライトエンジンの測定方法は JIS　8152-2、配光測定装置を用いた LED 照明器具などの測定方法は、JIS C 8105-5 をそれぞれ基盤などに実装したもの（モジュール）についても適用できる。

・各条項文章・・・省略

・附属書 A（規定）　LED 光源の直流駆動方式による点灯方法
・附属書 B（規定）　温度制御ソケット
・附属書 C（参考）　有色 LED 光源測定における受光器具備条件
・附属書 D（参考）　CIE 部分 LED 光束の測定方法

JIS C 8152-2：2012

照明用白色発光ダイオード(LED)の測光方法－第 2 部：LED モジュール及び LED ライトエンジン

・適用範囲

この規格は、照明用途の白色の発光ダイオード（LED）モジュール及び LED ライトエンジン（以下、被測定光源という。）の全光束及び光源に関する量を、積分球を用いて求める方法について規定する。この方法は、LED 照明器具の想定方法に適用することもできる。なお、一般照明用光源（電球形 LED ランプを含む。）の測定方法は、JIS C 7801 による。また、LED パッケージの測定方法は JIS　8152-1、配光測定装置を用いた LED 照明器具などの測定方法は、JIS C 8105-5 をそれぞれ参照する。

・各条項文章・・・省略

・附属書 A（規定）　ジャンクション温度を指定した高出力 LED パッケージの点灯方法
・附属書 B（規定）　LED の温度条件の測定方法
・附属書 C（参考）　色補正係数及びその求め方

JIS C 8152-3 : 2013

照明用白色発光ダイオード(LED)の測光方法－第 3 部：光束維持率の測定方法

・適用範囲

この規格は、照明用途の白色の発光ダイオード（LED）の光束維持率及び色度変化を測定する方法について規定する。この方法は、LED 照明器具にも適用することができる。

注記 1　被測定光源には、LED パッケージ、LED モジュール、LED ライトエンジン、電球形 LED ランプなどがある。

注記 2　LED モジュールにおける光束維持率の個別の測定条件は JIS C 8155 に、電球形 LED ランプにおける光束維持率の個別の測定条件は JIS C 8157 に、それぞれ規定されている。

・各条項文章・・・省略

・附属書 A（規定）　LED の温度測定方法
・附属書 B（参考）　光束維持率の推定（外挿）方法

JISC8153 : 2009

・LED モジュール用制御装置－性能要求事項

・適用範囲

この規格は、JISC8154 に規定する LED モジュールと組み合わせて動作させる直流 250V 以下、及び 50Hz 又は 60Hz の交流 1000V 以下の電気制御装置の性能要求事項について規定する。この規格で規定する LED モジュール用の制御装置は、定電圧又は定電流を供給するように設計する。完全な定電圧及び定電流形以外の制御装置も、この適用範囲に含める。

・各条項文章・・・省略

・附属書 A（規定）　試験
・附属書 B（参考）　引用製品寿命及び故障率の手引き
・附属書 JA（参考）　JIS と対応する国際規格との対比表

JISC8155 : 2010

一般照明用 LED モジュール－性能要求事項

この規格は、一般照明用白色 LED 単体及び一般照明用 LED モジュールの性能及び表示に

ついて規定する。ただし、一般使用者が交換及び保守することを想定していない一般照明用 LED モジュールを組み込んで一体化した LED 照明器具、及び電球形 LED ランプは含まない。一般照明用 LED モジュールに供給する電力は、次による。

a） 商用電源から直接得るもの。

b） 商用電源から鋼鉄形の変圧器又は電子トランスを介して得るもの。

c） 供給電圧の範囲は、直流 250V 以下、又は交流 50Hz 若しくは 60Hz で、かつ 1000V 以下のもの。

この規格で規定する試験は、形式試験であって、製造業者が製造工程で行う個別のモジュールに対する試験方法は含まない。

・各条項文章・・・省略

・附属書 A（規定）　電気的特性の試験方法
・附属書 B（規定）　配光法による全光束測定
・附属書 C（規定）　光束維持率試験及び寿命試験点灯条件

JIS C 8157：2011

一般照明用電球形 LED ランプ（電源電圧 50V 超）－性能要求事項

・適用範囲

この規格は、家庭用又はそれに類する一般照明用に用い、かつ、安定に点灯動作する装置と一体化した電源電圧が 50V を超え 250V 以下の電球形 LED ランプの性能要求事項、その試験方法及び試験条件について規定する。この規格で適用する電球形 LED ランプの範囲を、次に示す。

－　定格ランプ電力：60W 以下
－　定格入力電圧：交流又は直流で 50V を超え 250V 以下
－　口金：E 形（E11、E12/15、E14/20、E17/20、E26/25）、B 形（B22d）及び GX53

既存のランプの代替えを目的とした電球形 LED ランプの最大外郭寸法及び JIS C 7501、JIS C 7523、JIS C 7525 又は JIS C 7530 による。さらに、光束は、代替するランプの全光束、又は口金を上向きとしたときの下半球の光束の値を満たさなければならない。この規格は、意図的に生産された JIS Z 9112 に含まない有色光を光源とする電球形状のランプには適用しない。また、OELD（有機 EL）を光源とする電球形状のランプにも適用しない。これらの要求事項は、形状試験だけに関するものである。全数試験及びバッチ試験に対する推奨事項は、検討中である。これらの性能要求事項は、JIS C 8156 の要求事項に付加するものである。

・注記 1

照明器具に取り付けて点灯する場合は、性能は、この規格に規定する値と異なってもよい。この規格に適合する電球形 LED ランプは、電圧が定格電圧の 92%～106%及び周囲温度が -10℃～40℃の環境で、JIS C 8105-1 に規定する照明器具内に始動して、満足に動作する。

・注記 2

この規格は、2011 年 12 月 20 日現在、IECSC34A 委員会で原案に対するコメント収集が

終了している段階である。次の原案を参考にしている。

IEC/CD62612:2009、Self-ballasted LED－lamps for general lighting services ＞ 50V－Performance requirements

・各条項文章・・・省略

・附属書 A（規定）　　　ランプ特性の測定方法
・附属書 B（規定）　　　形状の構成

JIS C 8158：2012

一般照明用電球形 LED ランプ（電源電圧 50V 超）

・適用範囲

この規格は，家庭用又はそれに類する一般照明用に用い，かつ，安定に点灯動作する装置と一体化した電球形 LED ランプについて規定する。

この規格で適用する電球形 LED ランプの範囲は，定格ランプ電力 60 W 以下で、定格入力電圧は交流又は直流で 50 V を超え 250 V 以下とし、口金は E 形（E26/25）とする。

この規格は，意図的に，JIS Z 9112 に規定する“LED の光源色”以外の光源色をもつように生産された電球形 LED ランプには適用しない。また，OLED（有機 EL）を光源とする電球形状のランプにも適用しない。

・各条項文章・・・省略
・附属書 A（規定）　　　光出力の特性（ちらつき）
・附属書 B（参考）　　　白熱電球の代替表示

5.5 JNLA（Japan National Laboratory Accreditation system）制度

LED ランプ及び LED 照明器具の適切な普及が行われるためには、明るさ（光束）や演色性などの光性能が、正確に測定され正しい性能が消費者に伝わることが重要である。従来光源（電球、蛍光灯類）の場合は、ガラス加工技術や内部を真空にする技術が必要であり、限られたメーカーで製造されていた。そのため製造業者内で測光技術が伝承されており、ある精度に収まっていたが、LED の場合は照明の知識がなくても照明器具を製作できるため、測光技術の無い事業者が測定を行うことがあり、ばらつきが大きくなる場合があった。従って、性能表示の中には実態と乖離した性能表示の商品が市場に流れ込むケースがあった。

正しい光の測定には、図-5.5.1 に示す積分球などの測定装置を整備するだけでは不十分であり、測定技能や試験実施方法の妥当性が公的機関により認定された試験施設が必要であるとして（一社）日本照明工業会では JNLA 認定性能試験所の確立と JNLA 試験データの活用を奨めている。

図-5.5.1　全光束測定装置（積分球）
（一社）日本電球工業会資料より

JNLA 制度は、試験事業者が国際標準化機構及び国際電

気標準会議が定めた試験所に関する基準（ISO/IEC 17025)の要求事項に適合しているかどうかを審査し登録する制度である。JNLA 制度で登録された試験事業者は、試験を実施するのに必要な技術能力を有していることを評価・確認されたとして、JNLA 標章付き試験証明書・成績書を発行することができる。※7、※8

注記. ※7　トップランナーの判断基準となるエネルギー消費効率に用いられる全光束及び消費電力の測定については、工業標準化法第 57 条第 1 項の規定に基づき登録を受けた JNLA に登録された登録試験事業者の測定によるとされている。

※8　エコマーク商品認定基準の環境に関する基準と証明方法の中で、ランプ効率については、※4 同様に JNLA に登録された登録試験事業者による試験結果の提出が求められている。

5.6　日本電球工業会規格（JEL）及びガイドライン

LED ランプが発展し、より良い視環境が実現されるためには、LED ランプそのものの性能改善も重要だが、安易に従来のランプに置換えられるのではなく、LED ランプがその特長を存分に生かし、安全且つ適切に活用されることが重要であるとし、(社)日本電球工業会（現、(一社)日本照明工業会）では、照明関係団体と協力して安全性や品質性能に関する基準、測定の基準等、JIS 原案作成に力を注ぐと共に工業会規格並びにガイドラインを整備してきた。表-5.6.1 に発行済の一般照明用 LED 光源及び制御装置の工業会規格を、表-5.6.2 にガイドラインを示す。

表-5.6.1　一般照明用 LED 光源及び制御装置　発行済み JEL 規格一覧

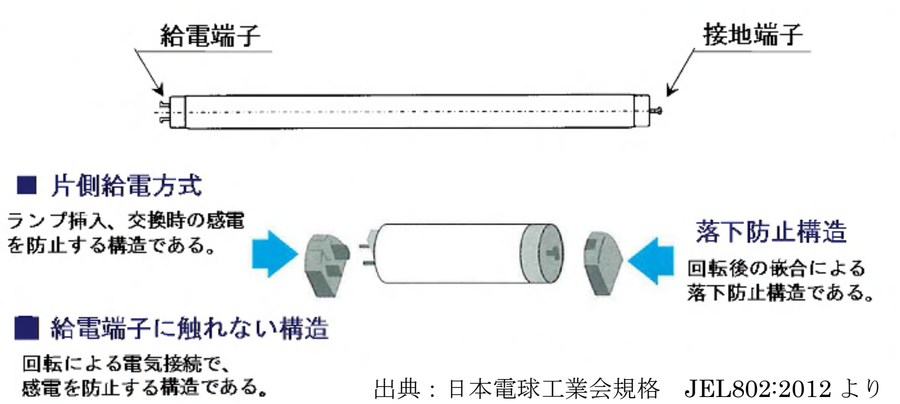
規格番号	制定（改正）	名　　称
JEL 600	2010.7.16	光源製品の正しい使い方と表示方法
JEL 800	2010.7.16	電球形LEDランプの形式付与方法
JEL 801	2010.12.3	L形ピン口金GX16t-5付直管LEDランプシステム（一般照明用）
JEL 802	2012.3.9	くぼみ形コンタクト口金R4付直管LEDランプシステム（一般照明用）
JEL 907	2010.12.3	電球類の口金、受金及びそれらのゲージ

表-5.6.2　一般照明用 LED 光源及び制御装置　発行済みガイドライン一覧

規格ガイド番号	制定（改正）	名　　称
ガイド-008	2011.10.14	電球形LEDランプ性能表示等のガイドライン

5.6.1　日本電球工業会規格（JEL 801:2010）
－L 形ピン口金 GX16t-5 付直管形 LED ランプシステム（一般照明用）－

従来の G13 タイプの口金を使用する直管 LED ランプは、ランプの誤装着時のトラブルや器具改造後の互換性の問題などを有している。ヨーロッパにおいて改造を要しない磁気式スタータ形蛍光灯を代替対象とした直管 LED ランプ規格化の検討が進められているが、日本は磁気式ラピッドスタート形や電子式が主流であるため、この規格を無条件で取り入れると、安全上の重大な障害となる可能性が高



出典：日本電球工業会規格　JEL802:2012 より

図-5.6.1　L 形ピン口金 GX16t-5 付直管形 LED ランプシステムの形状

い。従って(社)日本電球工業会では、誤使用時の危険を無くすと共に、先行的に標準化を進めるとして、直管 LED ランプに関する日本電球工業会規格 JEL801:2010―**L 形ピン口金 GX16t-5 付直管形 LED ランプシステム（一般照明用）**―を制定した。この規格は、従来から使用していた G13 タイプの口金に変えて、新たに LED ランプ向け口金として L 形ピン口金 GX16t-5 を規格化したもので、図-5.6.1 に示すように L 形ピン口金 GX16t-5 は G13 タイプの口金とは形状が異なり、片方にしか給電端子を備えてなく、他方は接地端子になっている。従って、誤挿入の恐れが無く、LED ランプ専用として作られたものである。JEL801 : 2010 の規格で求められている直管 LED ランプ、制御装置及びソケットに対する安全性、互換性及び性能についての要求事項の概要は次のとおりである。

(1) ランプの要求事項

1) 周囲温度が 10～50℃の範囲で正常に動作すること。
2) ランプの制御装置は内蔵されていないこと、ランプへの給電は直流定電流であること。
3) ランプの口金と対になるソケットはランプ落下防止の機能を備えたものとすること。
4) 通電用の口金以外の露出している金属部分には接地できる機能を備えていること。

(2) ランプの安全性要求事項

1) ランプには JEL907※9 に規定する口金を使用し、互換性を確保する。
   注記. ※9 日本電球工業会規格 JEL907 は「電球類の口金・受金及びそれらのゲージ」に関する規格を示し、GX16t-5 の口金・受金及びそれらのゲージについて規定する。
2) 口金には 1.0Nm のねじりモーメントを加えた場合 6 度を超えて回らないことや、ランプの質量は 500g を超えないことなど、構造と接合について規定した。
3) 周囲温度差 50K（絶対温度）における熱収縮変化は 2.0mm 以下であり、自重によるたわみは中央部で 10mm 以下と熱収縮及びたわみについても規定した。
4) その他、ランプの感電保護、高湿放置後の絶縁抵抗及び耐電圧性、耐熱性、耐燃焼性など、安全性を重視した事項を規定した。

(3) ランプの性能要求事項

1) ランプの演色性は、JIS Z 9112 の演色評価数の規定に適合すること。
2) ランプ配光は下方立体角 120°の範囲に 70%を超えて光束を集中させないこと。
3) その他、始動特性、電気特性について、1)・2)以外の光学特性などを規定した。

(4) 制御装置の要求事項

1) 出力電流波形について、ランプ電流波形のリップル率は 1.3 未満とし、波形の周波数は 100Hz 以上であると規定した。
2) 定格入力電圧の一定の変動に対して、ランプ出力電流の変動は定格値の±20%未満であることと規定した。

表-5.6.3 に、L 形ピン口金 GX16t-5 付直管形 LED ランプシステム（一般照明用）の要求事項を数値にまとめたものを示す。

表-5.6.3　日本電球工業会規格　JEL 801:2010
「L 形ピン口金 GX16t-5 付直管形 LED ランプシステム（一般照明用)」の概要

項目	内容	項目	内容
全光束	2,300lm以上	ランプ電圧	95V(最大)～45V(最小)
演色性(Ra)	80以上	最大ランプ電力	33.3W
配光	120°以内の光束が70%未満	給電部口金	GX16t-5
ランプ電流	DC330mA	機械的保持	GX16t-5及び接地端子

5.6.2　日本電球工業会規格（JEL 802:2012）
－くぼみ形コンタクトロ金 R4 付直管形 LED ランプシステム（一般照明用）－

図-5.6.2 に示すランプシステムは、直管 LED ランプを固定するためのものとして、両端部に従来の蛍光ランプ用 G13 口金部（ソケット部）をそのまま使用し、給電ケーブルから通電する「外部給電方式」を採用している。DC 電源非内蔵タイプに属し、電源と直管 LED ランプを専用のコンタクトロ金で接続し給電する方式である。既存の G13 口金部はランプの支持のみに使用するため、ランプ誤装着での感電や短絡などの事故には繋がらない。このシステムは G13 口金部（ソケット部）の改造を伴わず、そのまま G13 口金を使用することができ改造も簡単である。

出典：日本電球工業会規格　JEL802:2012 より

図-5.6.2　くぼみ形コンタクトロ金 R4 付直管形 LED ランプシステムの形状

(1)　給電部口金及び機械的保持

給電部口金に専用のコネクタであるくぼみ形コンタクタロ金 R4 を使用し、既存の G13 口金はランプの機械的保持に使用する。

(2)　ランプの要求事項、安全性要求事項、性能要求事項、及び制御装置の要求事項

各要求事項については、5.5.1(1)～(4)に記載の L 形ピンロ金 GX16t-5 付直管形 LED ランプシステム（一般照明用）と同じ要求事項に適合することが求められている。

表-5.6.4 に、くぼみ形コンタクトロ金 R4 付直管形 LED ランプシステム（一般照明用）の要求事項を数値にまとめたものを示す。

表-5.6.4　日本電球工業会規格　JEL 802:2012
「くぼみ形コンタクトロ金 R4 付直管形 LED ランプシステム（一般照明用)」の概要

項目	内容	項目	内容
全光束	2,300lm以上	ランプ電圧	95V(最大)～45V(最小)
演色性(Ra)	80以上	最大ランプ電力	33.3W
配光	120°以内の光束が70%未満	給電部口金	R4
ランプ電流	DC330mA	機械的保持	G13形状

直管 LED ランプについては、この規格以外でも、安全性・互換性が確保されれば、日本電球工業規格として標準化することを認めており、今後複数の方式が提案されることが予想される。

5.6.3　電球形 LED ランプの形式付与方法及び、電球形 LED ランプ性能表示等のガイドライン

電球形 LED ランプは、既存の白熱電球、電球形蛍光ランプなどの代替として使用することができ、省エネルギーと長寿命化が実現できるので、手軽な省エネルギー手法として急速に普及が進んでいる。しかし、仕様や性能表示が各メーカーで異なるなどの問題が存在し、現状では消費者に解りにくい状態である。(社)日本電球工業会では、電球形 LED ランプの性能表示などがまちまちで消費者が正しく認識出来ず、混乱を招くのを避けるため、工業会規格 JEL800:2010 及び工業会ガイド-008 を 2010 年 7 月 16 日に制定した。ガイド-008 については、LED ランプの急速な市場展開に合わせて 2011 年 10 月 14 日に改正した。要点は次の 3 点である。

1) 光源としての性能を明確に表示する。
2) 白熱電球など代替表示の条件を定める。
3) 他の光源や照明器具との比較表示するためのルールを定める。

電球形 LED ランプは直管 LED ランプに比べると、基準（規格）化の方向性もほぼ固まりつつあり、完成されたランプと言えるが、仕様・性能表示及び LED ランプと取付器具との適合性等、まだ解決しなければいけない問題は存在する。

(1)　電球形 LED ランプの形式付与方法　JEL800:2010

(一社)日本電球工業会では、各社の電球形 LED ランプが市場にスムーズに受け入れられるためには、形式の統一が不可欠として、工業会規格として定め、ランプの形式付与方法について規定した。その概要を表-5.6.5 に示す。

表-5.6.5　電球形 LED ランプの形式付与の概要

項目	形式付与	備　　考
1項	ランプの種類及び形状を表す記号	LDA：A形 LDC：C形 LDG：G形 LDR：R形 LDT：T形
2項	定格電圧を表す数値	100Vは表記しない。 100V以外の電圧について表記する。
3項	定格消費電力を表す数値	小数点以下を四捨五入して表記する。 1ワット未満は“1”と表記する。
4項	光源色を表す記号	L：電球色 WW：温白色 W：白色 N：昼白色 D：昼光色
5項	配光角を示す記号	N：狭角配光形　　記号の前に“－”を付す。 M：中角配光形 W：広角配光形 H：準全般配光形 G：全般配光形
6項	口金の種類を表す記号	E26は表記しない。 それ以外のE11,E12,E14,E17,B22d,GX53等は表記する。 記号の前に“－”を付す。
7項	特殊仕様を示す記号	D：調光タイプ等　　記号の前に“／”を付す。

(2)　電球形 LED ランプ性能表示等のガイドライン　電球工業会ガイド-008

このガイドラインは、電球形 LED ランプの性能表示、代替表示及び比較表示の方法を統一することによって、消費者に電球形 LED ランプの正しい認識と選択を容易にすることを目的に制定するものであり、一般照明用電球代替するものについては。JIS C 7501 の白色仕上げタイプ及びそれを補完するために追加した市販ランプの定格初光束以上であるものに対しては、例えば「電球○○W 相当」などと表示することができると定められた。表-5.6.6 に一般照明用電球や小形一般照明用電球及びボール電球の代替ランプに対し適用する表示区分を示す。

表-5.6.6　一般照明用電球、小形一般照明用電球及びボール電球代替表示区分

一般照明用電球代替表示区分 (JIS C 7501／口金E26)		小形一般照明用電球代替表示区分 (JEL 118／口金E17)		ボール電球代替表示区分 (JIS C 7530)	
区　分	定格初光束	区　分	定格初光束	区　分	定格初光束
電球20形相当	170 lm	小形電球25W形相当	230 lm	ボール電球25W形相当	180 lm
電球30形相当	325 lm	小形電球40W形相当	440 lm	ボール電球40W形相当	400 lm
電球40形相当	485 lm	小形電球50W形相当	600 lm	ボール電球60W形相当	700 lm
(電球50形相当)	640 lm	小形電球60W形相当	760 lm	ボール電球100W形相当	1,340 lm
電球60形相当	810 lm	小形電球75W形相当	1,000 lm		
(電球80形相当)	1,160 lm	小形電球100W形相当	1,430 lm		
電球100形相当	1,520 lm				
(電球150形相当)	2,400 lm				
(電球200形相当)	3,330 lm				

5.7　日本照明工業会(JLMA)の性能要求指針

直管 LED ランプや電球形 LED ランプの中には、性能が十分でない製品も存在し、このため日常生活の安全性や作業性を損なう危険性があるとして、(一社)日本照明工業会では、「高品質照明用 LED 光源における性能要求指針」を平成 25 年 4 月 17 日に制定した。この指針は LED 光源の性能を確保するための要求事項を定めたものであり、直管 LED ランプと電球形 LED ランプ各々の次の事項に対して性能要求事項が定められている。

1)　適用範囲
2)　性能項目及び要求事項

性能項目	直管LEDランプ	電球形LEDランプ
ランプ効率	80ﾙｰﾒﾝ／W	70ﾙｰﾒﾝ／W
全光束	40形　2,300ﾙｰﾒﾝ 20形　1,000ﾙｰﾒﾝ	JIS C 8158の附属書Bに規定した定格光束に適合すること
光源色の区分	JIS Z 9112で規定する色区分のうち、D,N,W,WW,L	←
演色性	平均演色評価数Raは80 特殊演色評価数R_9は0以上が望ましい	←
寿命	定格寿命　40,000時間 但し、定格の1/4の点灯時間で、光束維持率が91.5%	←
安全性	JEL 801 JIS C 8159-1又はJEL 802に適合すること	JIS C 8156に適合すること

3)　性能項目を確認するための試験規格及び参照規格
4)　必要に応じて指定する試験条件
5)　試験の合否を判定するための、試料数及び合格基準

6) 試験の実施主体※10

性能要求指針の詳細については、「高品質照明用 LED 光源における性能要求指針（PDF)」が JLMA のホームページに公開されているので参照されたい。

注記. ※10 工業標準化法第 57 条第 1 項の規定に基づく JNLA 試験機関データ（5.4 項参照。）によることとしている。但し、現在 JNLA 試験機関が整備中であるため暫定措置として、（一社）日本照明工業会が指定する試験機関データによることができるとしている。

5.8 不当景品類及び不当表示防止法について

不当景品類及び不当表示防止法（略称：景品表示法）第 6 条の規定に基づく消費者庁の措置命令が平成 24 年 6 月 14 日に、電球形 LED ランプ 12 社の 54 製品に対して出された。消費者庁が景品表示法違反と認定した商品パッケージは、白熱電球の「60W 形相当」などと表記しているにもかかわらず、実際の明るさが足りないことが判明したもので、同庁と公正取引委員会による合同調査によるものである。このように、不当表示品が市場に出回らないようにするための措置も進んでいる。（参考資料-6「一般照明用電球形 LED ランプ販売業者 12 社に対する景品表示法に基づく措置命令について」を参照のこと。）

5.9 LED 照明器具の導入促進に関する法律

5.9.1 低炭素投資促進法

「エネルギー環境適合製品の開発及び製造を行う事業の促進に関する法律」で低炭素型製品の開発・製造を行う事業者に対する㈱日本政策金融公庫を活用した低利・長期の資金供給と、中小企業がリースによるエネルギー環境適合品の導入を行いやすくするために、新たな保険制度の創設を講じるものである。この法律の第 2 条 3 項各号のエネルギー環境適合品（告示）の 3 項四号に発光ダイオードを光源とする照明装置が規定されている。該当する LED 照明器具の条件は以下のとおりである。

1) LED 照明器具の場合は、エネルギー消費率が器具全体の効率で 40 ﾙｰﾒﾝ／W 以上であること。定格寿命は 30,000 時間以上であるもの。
2) 電球形 LED ランプの場合は、エネルギー消費率がランプ効率で 50 ﾙｰﾒﾝ／W 以上であること。定格寿命は 20,000 時間以上であるもの。

従来の蛍光灯ランプと構造的に互換性を有する LED ランプを装着する照明器具については、当面の間対象外となっている。

5.9.2 グリーン購入法

グリーン購入法は循環型社会を形成するためには、再生品等の供給面の取組みに加えて、需要面からの取組みが必要であるという観点から、平成 12 年 5 月に循環型社会形成推進基本法の必要として「国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律」として制定され、平成 13 年 4 月 1 日より、施行された法律である。この法律は国、独立行政法人等及び地方公共団体による環境物品等の調達の推進、環境物品等に関する情報の提供その他の環境物品等への需要の転換を促進することにより、環境への負荷の少ない持続的発展が可能な社会を構築することを目的したもので、その特定調達品目には平成 23 年度からあらたに、照明器具では蛍光灯照明器具に加えて、LED 照明器具及び LED を光源とした内照式表示灯が加えられた。尚、LED 照明に係る判断基準が平成 24 年 2 月の閣議決定により見直しされた。その判断基準は以下のとおりである。

(1) LED 照明器具

1) エネルギー消費率は、固有エネルギー消費率が表-5.9.1 に示された基準を満たすこと。
2) 演色性は平均演色評価数 Ra が 70 以上であること。
3) 定格寿命は 40,000 時間以上であること。

4) 特定の化学物質が含有率基準値を超えないこと。その情報が容易に確認出来ること。

表-5.9.1 LED照明器具に係る固有エネルギー消費率の基準

光源色	固有エネルギー消費率
昼光色・昼白色	70ﾙｰﾒﾝ／W以上
白色・温白色・電球色	60ﾙｰﾒﾝ／W以上

注記. 1.固有エネルギー消費率とは、照明器具の全光束（定格光束：lm）を照明器具の入力電力（定格消費電力：W）で除した数値（lm／W）
2.色温度はJIS C 91112に規定する蛍光ランプの光源色の区分に準じる。

(2) LEDランプ
1) エネルギー消費率は、固有エネルギー消費率が表-5.9.2に示された基準を満たすこと。
2) 演色性は平均演色評価数Raが70以上であること。
3) 特定の化学物質が含有率基準値を超えないこと。その情報が容易に確認出来ること。

表-5.9.2 LEDランプに係るランプ効率の基準

全光束	光源色	ランプ効率
400ﾙｰﾒﾝ以上	昼光色・昼白色	75ﾙｰﾒﾝ／W以上
	白色・温白色・電球色	60ﾙｰﾒﾝ／W以上
400ﾙｰﾒﾝ未満	昼光色・昼白色	65ﾙｰﾒﾝ／W以上
	白色・温白色・電球色	55ﾙｰﾒﾝ／W以上

注記. 1.調光・調色対応ランプについては、表の全光束別・光源色別の区分のランプ効率から5ﾙｰﾒﾝ／Wを差し引いた値とする。
2.色温度はJIS C 91112に規定する蛍光ランプの光源色の区分に準じる。

(3) LEDを光源とした内照式表示灯
1) 定格寿命は30,000時間以上であること。
2) 特定の化学物質が含有率基準値を超えないこと。その情報が容易に確認出来ること。

対象となるLED照明器具は、照明用白色LEDを用いた、つり下げ形、直付け形、埋込み形、壁付け形及び卓上スタンドなどの器具であり、LEDランプについては電球形状ランプが対象となる。新たに規格化されたL形ピン口金GX16t-5付直管形LEDランプ器具についても対象であるが、5.9.1項の低炭素投資促進法同様に、従来の蛍光灯ランプと構造的に互換性を有するLEDランプ（G形口金）を装着する照明器具については、誤装着による安全性の懸念、不具合等の可能性のため、当面の間対象外となっている。

5.10 導入補助及び助成事業

5.10.1 エネルギー使用合理化事業者支援事業

既設の事業所、工場などに先端的な省エネルギー設備の導入であって、「技術の先端性」、「省エネルギー効果」、「費用対効果」を踏まえて政策意義が高いと認められ、規程及び要件を満足する事業に対して、国庫補助金の交付を行う制度。平成24年度の実績では、工場・倉庫向けにLED照明・空調設備・コンプレッサ・リフトなどへの変更が比較的多かった。平成25年度も引き続き、市場に普及しきっていない商材として、LED照明は有力である。

5.10.2 環境関連投資促進税制（グリーン投資減税）

法人又は個人が、太陽光発電設備・バイオマス利用設備・電気自動車などの「エネルギーの有効な利用の促進に著しく資する設備」や、高断熱窓設備・高効率空気調和設備・高効率機械換気設備・高

効率照明などの「建築物に係るエネルギーの使用の合理化に著しく資する設備」を取得した場合に、取得価格の 30%特別償却又は、7%税額控除のいずれかを選択し税制優遇が受けられる制度。LED 照明は建築物に係るエネルギーの使用の合理化に著しく資する設備の高効率照明にあたる。但し、減税措置を受けるためには、一定の要件を満たすことが必要になる。

5.10.3　地方公共団体における導入補助・助成事業

中小の事業者が事業場・工場などに新たに省エネルギー機器を導入する場合の奨励金や、域内にある建築物の所有者が省エネや節電のために設備を導入する場合の設備費用の一部の助成などの省エネ・節電を対象とした省エネ化工事の一部として LED 照明が含まれるものと、防犯強化のため町内会などが LED 防犯灯を設置する場合の補助金や、商店街活性化のために装飾灯の LED 化に伴う建設費や維持管理費の一部を助成など LED 照明器具そのものを対象としたものなどがあるが、地域や募集の事業で内容・期間が異なるので、各自治体のホームページを検索するか、直接問い合わせ確認すること。

（例）中小企業向け省エネ促進税制（東京都）
LED 照明設備導入設置補助金（燕市）
産業支援省エネ設備導入補助金（前橋市）
新エネ・省エネ設備等導入促進資金（静岡県）　等

5.11　LED 照明のトップランナー基準

(1) LED 照明の普及状況とエネルギー消費の現状

家庭における電気使用量の約 13%を照明が占めており、LED 照明等の高効率照明器具への取換えは、省エネの推進のみならず、電力需給の観点からも重要な課題である。東日本大震災以降の節電意識の高まりから、LED 照明や LED ランプの出荷数量は、図-5.11.1 に示すように、平成 23 年度における LED ランプの出荷個数は前年度の約 2.4 倍で約 2,500 万台（全電球の約 2 割に相当）であり、LED 照明器具の出荷台数は前年度の約 2.6 倍で約 1,000 万台（全照明器具の約 2 割に相当）を突破している。

また、過去 3 年間の LED 照明の出荷量は、合計 5,500 万個・台（LED 電球：3,916 万個、LED 照明器具：1,567 万台）まで到達している。数値が示すように、急速に増加し普及段階を迎えつつある。また、LED 照明におけるストックベースのエネルギー消費量（原油換算値）は、平成 22 年度における普及台数及び 1 台当たりの年間エネルギー使用量・使用時間の推計を基に試算した結果においても、約 4.1 万 kℓ/年 (LED ランプ：約 1.9 万 kℓ/年、LED 照明器具：約 2.2 万 kℓ/年)に達している。

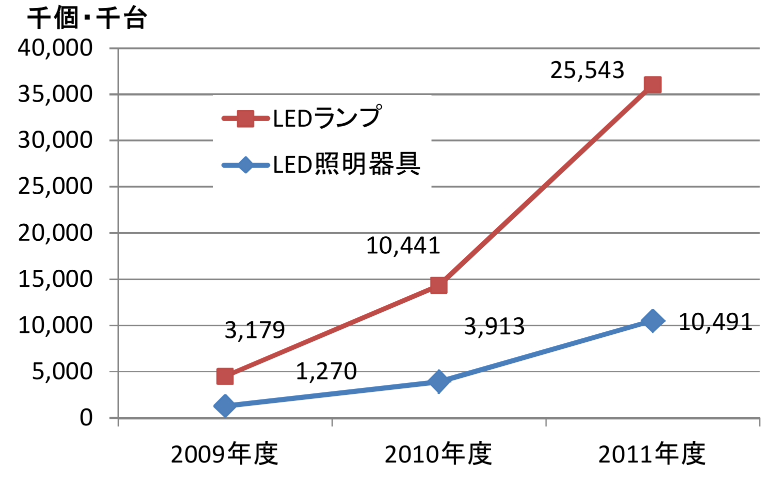


図-5.11.1　LED 照明器具・LED ランプの出荷推移
（日本照明工業会自主統計による）

(2) トップランナー基準の策定の必要性について

LED 照明の固有エネルギー消費効率［lm/W］は、LED チップ、蛍光体、封止材といった材料の性能向上のみならず、それらを組み込んだ LED モジュールの放熱・本体設計、光学設計等による効率改

善や器具側の配光の改善等が見込まれており、LED チップの発光効率だけ見ても、2015 年には 160［lm/W］（200［lm/W］を目指すメーカーもある）と、さらに向上することが見込まれている。このためトップランナー基準を策定し、製品全体の省エネ性能の向上を図るとともに、安全性や省エネ性能の観点から、消費者の適切な製品選択を可能とする環境整備を進めることが必要である。

(3) トップランナー基準の進捗状況

経済産業省では 2013 年 10 月を目途に、家庭やオフィスなどで使用する電球形 LED ランプの省エネ性能を高めるためトップランナー制度の「特定機器」に指定する方針を固めた。これを受けて「総合資源エネルギー調査会、省エネルギー・新エネルギー分科会、省エネルギー小委員会、照明器具等判断基準ワーキンググループ、中間取りまとめ(案)」に対する意見募集として、パブリックコメントが 2013 年 07 月 12 日～2013 年 08 月 12 日の間に施行された。このパブリックコメント等を経て後に、2013 年度内に電球形 LED ランプのトップランナー基準が策定にされる予定となっている。表-5.11.1 に電球形 LED ランプの目標基準値を示す。目標達成年度は 2017 年とする。

表-5.11.1　電球形 LED ランプの区分とエネルギー消費効率の加重平均値・ﾄｯﾌﾟﾗﾝﾅｰ値・目標基準値

区分	光源色・記号	相関色温度（K）	加重平均値	ﾄｯﾌﾟﾗﾝﾅｰ値	目標基準値	ﾄｯﾌﾟ値からの改善分	加重平均値からの改善分
1	昼光色　D	5,700～7,100	77.1　lm/W	104.4　lm/W	110.0　lm/W	5.4　%	42.7　%
	昼白色　N	4,600～5,500					
	白色　W	3,800～4,500					
2	温白色　WW	3,250～3,800	61.3　lm/W	91.1　lm/W	98.6　lm/W	8.2　%	60.8　%
	電球色　L	2,600～3,250					

注記. 1)　加重平均値は2011年度（一社）日本照明工業会自主統計出荷データ（大手7社）を基に算出。
2)　エネルギー消費効率は、電球形LEDランプの全光束をランプの消費電力で除して得られる数値とする。

尚、電球形 LED ランプの適用範囲は、JIS C 8158 で規定する種類及び形状を表す記号が A 形の内口金が E26 及び E17 のものを対象とする。A 形以外の T 形や G 形については、市場での割合がそれぞれ 0.7%、1.4%と極端に低いため、適用範囲から除外された。表-5.11.2 に電球形 LED ランプの出荷台数とシェアを示す。

表-5.11.2　電球形 LED ランプの適用範囲と 2011 年の出荷台数

区分	光源色	口金	出荷台数（個） ()内は調光形	シェア
A形		E17	5,748,726 (689,480)	29,2%
		E26	13,564,146 (376,717)	68,8%
T形		ー	131,973 (0)	0.7%
G形		ー	297,589 (48,845)	1.4%
合　計			19,742,434 (1,115,042)	

注記. 出典は2011年度出荷ﾃﾞｰﾀ （一社）日本照明工業会自主統計（大手7社）

5.12　国際規格化の動き

LED 光源の国際標準化に関する国際機関としては、電気関係を担当している国際電気標準会議（IEC:International Electrotechnical Commission）とそれ以外を担当する国際標準化機構（ISO:International Organization for Standardization）があり、照明分野の国際化規格については国際照明委員会（CIE:Commission Internationale de l'Eclairage）がある。一方、IEA（国際エネルギー機関）は電気製品の高効率化を目的とした国際協力協定（4E:Efficient Electrical End-use Equipment）を 2008 年 3 月に発足させ、その中で固体素子照明（SSL:Solid State Lighting）の高効率化を目標とした SSL Annex を設け、照明器具の性能測定方法の国際標準化をテーマとして取り上げ、国際的な試験所認定制度や認証制度の確立を図っている。これら照明に関する国際標準化の動きの中で、IEC は主にハード面を担当しており、機器の安全性に関する標準化や機器の性能に関する標準化を優先して取組んでいる。また CIE は主にソフト面を担当しており、光学特性の測定・評価方法の標準化や照明基準の標準化を対象としている。

現在､LED 照明の国際標準化は IEC が中心となって検討が進められており､関係各国は IEC の TC34 委員会に参画して審議を進めている。TC34 はランプ類及び関連機器の専門委員会であり、専門委員会の下部組織である SC34A 分科委員会でランプ類の審議がなされている。表-5.12.1 に LED 照明に関する国際規格（IEC）と日本工業規格（JIS）の状況を示す。

表-5.12.1　LED 照明に関連する国際規格（IEC）の規格と日本工業規格（JIS）

製品別	国際規格（IEC）	対応するJIS規格
LED modules	IEC 62031:LED modules for general lighting-safety specifications	JIS C 8154 一般照明用LEDモジュールー安全仕様
LED connectors	IEC 60838-2-2:Miscellaneous lampphölders-Part2-2:Particular requirements-Connectors for LED modules	JIS C 8121-2-2 ランプ ソケット類-プリント回路板ベースLEDモジュール用コネクターに関する安全要求事項
LED control gear	IEC 61347-2-13:amp controlgear-Part2-13 Particular requirements for D.C. or A.C. supplied electronic control gear for LED modules	JIS C 8147-2-13 ランプの制御装置第2-13部　直流又は交流電源用LEDモジュール用制御装置の個別要求事項
LED lams >50V Self-ballasted	IEC 62560 self-ballasted LED-lamps for general lighting services by voltage>50V-safety specifications	JIS C 8156 一般照明用電球形LEDランプ（電源電圧50V超）ー安全仕様
	IEC 62560 self-ballasted LED-lamps for general lighting services by voltage>50V-performance requirements	JIS C 8157 一般照明用電球形LEDランプ（電源電圧50V超）ー性能要求事項
LED lamp non-self-ballasted	IEC 62663-1　検討中（安定器非内蔵LEDランプ）	なし
LED double capped lamp（LED tubes）	IEC 62776　検討中（直管LEDランプ）	なし

注記.平成24年2月時点の状況

5.12.1　直管 LED ランプの国際標準の動向について

直管 LED ランプの国際規格としは、現在 TC34 委員会の SC34A 分科委員会の中で、表-5.12.1 に示す IEC 62776（Double-capped LED lamps for general lighting services－Safety specifications）が検討されている。これは、既設のグロースタータを用いた磁気式（銅鉄形）安定器を使用した蛍光ランプ用照明器具を対象としたもので、グロースタータ部分を変更し直管 LED ランプを使用する、無改造タイプ（レトロフィットタイプ）のもの対象としたものである。我が国で使用されている蛍光灯照明器具にはグロースタータを用いた磁気式（銅鉄形）安定器以外のラピッドスタート式安定器や電子安定器などが多数使用されているので、この規格を無条件に取り入れると、安全上の重大な障害となる可能性が高い。従って、現在 IEC 62776 の審議に参加し、日本の実情反映に務めるとともに、JIS C 8159 を IEC に提案し、国際標準化を進めている。

5.13 海外の動向

5.13.1 米国の標準化の動きと米国エネルギー省（DOE）のレポート（CALiPER）

2005 年頃以降、米国エネルギー省（DOE）により主導的に LED 照明に関する標準化が進められており、次世代高効率一般照明用光源の開発として、基礎研究→製品開発→製造→商業化の推進に取り組んでいる。また、標準化に関しては米国規格協会（ANSI）、米国保険業者安全試験所（UL）、米国電機工業会（NEMA）の他、米国標準技術局（NIST）が全面的なバックアップを行い、規格整備を含めて DOE による LED 照明器具の省エネ製品認証が行われている。その際 DEO では CALiPER※11（Commercially Available LED Product Evaluation and Reporting）プログラムを使って各種 LED 照明器具の性能評価を行っている。その中で直管形 LED ランプについては、「2009 年時点では、まだ現行の蛍光ランプに比べて性能が低く蛍光ランプ代替としては不十分であると評価を行っている。また、メーカースペック書に記載されている内容を満たさない製品も多く散見される」とレポートしている。

注記. ※11　CALiPER Benchmark Report「Performance of T12 and T8 Fluorescent Lamps and Troffers and LED Linear Replacement Lamps : January 2009」にて性能評価結果を公表している。

5.13.2 欧州における標準化の動きと欧州照明器具工業会のレポート

器具メーカーは標準化制定に関する組織的な動きを行っており、標準的な電球形 LED ランプや器具に関して、LED モジュールと制御装置がシステムと捉えられ、IEC（国際電気標準会議）においてオスラムを中心に国際標準化が行われた。これは既存光源を LED 照明に置替える場合を対象としたもので、電球形 LED ランプの性能決定における適用範囲。使用温度範囲と寸法、寿命の定義などを定めたものである。

また、欧州照明器具工業会（CELMA）から「T8、T10、T12 直管蛍光灯器具用ランプ置換え LED ユニット」に関してレポート（声明書）が 2010 年 2 月 22 日に出されている。レポートの内容は、LED ランプについてのリスクを指摘したものと、危険を回避するための勧告であり、安易な改造に対して警告を促している。以下に要約を示す。

1) 既設照明器具の改造は、適格な技術者が改造するのに適しているか調査して確認の上、技術者が行うべきである。
2) 関連する安全規格及び性能規格に従って改造すべきである。
3) 改造により元々の照明設計レベルが維持できているか、比較すべきである。
4) 照明器具を改造した後、同等の電気的安全性が確保できているか製造ライン過程における最終試験と同等の試験をすべきである。
5) あらゆる観点から適正であると判断されて、初めて改造を行うべきである。

5.13.3 韓国の規格化の動き

国家プロジェクトとして 5 年間で LED 照明の標準化を行う計画として、2007 年に LED Korea 協会が発足し、韓国産業規格（KS 規格：JIS 規格に相当）の制定・施行を行っている。韓国に於ける標準化は政府主導であり、LED 産業育成政策と密接に結びつい

表-5.13.1　LED 照明器具に関する韓国 KS 規格

規格番号	規格名称
KS C 7651	コンバータ内蔵型LEDランプ（器具内蔵型の白熱電球の代替用）
KS C 7652	コンバータ外装型LEDランプ（ハロゲン・ランプの代替用）
KS C 7653	埋込み型LED灯器具
KS C 7655	固定型LED灯器具
KS C 7656	移動型LED灯器具
KS C 7657	センサ搭載LED灯器具
KS C 7658	LED街路灯
KS C 7659	文字看板用LEDモジュール
KS C 7660	LEDモジュール駆動用　AC-DCコンバータ
今後の計画	LED集魚灯、LEDトンネル灯、LED投光器、LED滑走路誘導灯、LED鉄道信号灯、LED航空障害灯

ている。従って、KS 規格の中で全世界に先駆けて、LED の規格を 2009 年 3 月に策定した。表-5.13.1 に LED に関する KS 規格の情報を示すが、この中では器具タイプや電球ランプ形については策定されたが、直管蛍光灯形については見送られた。

5.13.4　台湾の規格化の動き

現在、台湾では活況で大きな国際的な勢力を確立した半導体産業の更なる発展を目指して、展開が図られており、規格化の面でも台湾経済部（経済産業省に相当）の標準検験局では CNS 規格（JIS に相当）の中で LED に関する標準化が進行中で、既に数件の審議が完了し早ければ 2010 年に施行されるものとみられる。

5.13.5　中国の規格化の動きと認証制度

中国政府が LED 照明を含む固体照明産業の発展支援を目的として 2004 年に設立した CSA（国家半導体照明工程産業連盟）内に、2007 年に標準化促進のためのグループが設置され、規格化、標準化の推進を行っている。また、中国の工業・情報化部 LED 照明標準化チームが LED 照明関連の標準化について制定作業を行っており、既に数件の標準化制定作業が完了している。

また、中国の安全認証制度には 2002 年 5 月 1 日に制定された CCC 強制認証制度により、CCC 認証マークを取得していない製品の中国への輸出、中国国内での販売が出来なくなった。対象となる照明器具製品には、安全と EMC について適用規格（照明器具の中国国家標準 GB7000 等）への適合が求められている。LED 照明器具については、固定式汎用 LED 照明器具、可搬式汎用 LED 照明器具、埋込式 LED 照明器具、「電源電圧 36V 以上、1000V 以下の LED 照明器具」などが対象となっている。但し、直管形 LED ランプ、電球形 LED ランプは破壊しない限り分解することが出来なため、認証適用範囲外となっている。

参考文献

1)　「L 形ピン口金 GX16t-5 付直管形 LED ランプシステム（一般照明用）」,p4,日本電球工業会規格 JEL801：2010,（社）日本電球工業会

2)　〃,p5,〃,〃　　3)　〃,p9,〃,〃　　4)　〃,p13,〃,〃

6章　施工上の留意点

6.1　器具・ランプでの留意点

2010 年後半から LED 照明は、時代のニーズに相まって幅広い機種に亘り製作されるようになり、ここ 1 年を見れば白熱電球、蛍光ランプ及び放電灯の代替として遜色ない種類の器具・ランプ類がラインナップされてきている。しかし、配光特性一つとっても従来光源の場合はそれぞれが持つ配光特性にマッチした照明器具が作り出されており、配光特性の異なる LED ランプが全てを代替できるわけではない。また、白熱電球、蛍光灯ランプ及び放電灯など光源（ランプ）と器具が分離であることが基本で、光源（ランプ）と器具の組合せでと発展、浸透してきた照明器具であるのに対して、LED 照明は電気エネルギーが直接光に変わる新しい仕組みを持つ固体光源であり、器具とランプが分離するランプ交換形はあるものの、器具とランプ一体形に特徴があるなど大きな違いがある。従って、器具・ランプの選定や使用時には従来光源に無い注意すべき点があるので、性状を理解して対応する必要がある。

6.1.1　器具・ランプの使用上の注意点

LED 照明は表-6.1.1 の適合範囲内で使用することになっている。これは蛍光灯器具、放電灯器具同様の使用条件であり、モジュール・ランプだけでなく制御装置を含めた内部機器の使用条件である。

表-6.1.1　照明器具の適合使用条件

項　　目	器　　具	ランプ（電源内蔵）
電源電圧	定格電圧±6℃	←
周波数	50Hz・60Hz共用	←
器具周囲温度	5℃～35℃	5℃～40℃
相対湿度	85%以下	←

(1)　使用温度（周囲温度）について

器具・ランプ共に表に示す適合使用温度内で使用すること。但し、自然現象により一時的に範囲を超える場合や、上記温度と異なる環境で使用できることが仕様書・取扱説明書などで明記されている場合は除く。適合使用温度以外での使用については下記に示すトラブルに繋がる。

LED チップ自体は半導体であり、低温域で優れた特性を示すが、モジュールに内蔵する電子部品や電源回路などがあり、特に 0℃以下の低温域での使用は、結露の発生やヒートサイクルにより、不点・絶縁不良・発煙発火等が起きる恐れがある。また、高温域での使用は、不点・絶縁不良・発煙発火などに加えて、LED モジュール又はランプの寿命を損なう原因となる。(2.3.2 項の劣化のメカニズムを参照。)

(2)　粉塵・腐食性ガス等の影響を受ける場所での使用にについて

LED 照明は内部に電子部品を有するため、腐食及び汚損等の恐れがある場所での使用は避けるようにする。特にメッキ工場や温泉浴場などの腐食性ガス、蒸気、液体などに曝される場所は使用しない。また、器具上に枯葉、塵埃、虫の死骸などが溜まる可能性のある場所についても避けるようにする。

LED 照明器具及びランプは点灯すると内部の空気が器具の発熱により膨張するが、消灯すると冷えて収縮する。このため機密構造の器具であっても封止処理等が不完全な場合は呼吸状態が生じ、消灯時に塵埃・ガス等が侵入し内部の電子部品などを汚損し破壊に至ることがある。

(3)　多湿環境での使用について

多湿部分については IPX5※1 相当の防水性能を有するモジュール又はランプがあるが、IPX5 以上の

性能でも材質の耐候性能の点で、屋外では使用できないモジュール及びランプがあるので注意する。この場合はモジュール及びランプでは屋外仕様に対応ができないため、照明器具本体を屋外仕様にして耐候性能をカバーする。

また、IPX4 又は IPX5 等の器具を使用してモジュール又はランプの防水性を補う場合は、放熱対策が十分なされていることが重要になる。

注記. ※1 水の侵入に対する保護等級で、防水性能の指標は"IPX"で表わされる。IPX-5 はあらゆる方向からの噴流水による有害な影響がない防噴流形の性能を有する。(表-6.1.2 の保護等級 IP と照明器具性能を参照のこと。)

表-6.1.2 保護等級 IP と照明器具性能

種類保護等級		照明器具性能
水の浸入に対する保護	防滴型器具（IPX 1）	鉛直から落ちてくる水滴によって有害な影響を受けない。
	防滴形器具（IPX-2）	鉛直から15° 以内からの降雨によって有害な影響を受けない。
	防雨形器具（IPX-3）	鉛直から60° 以内からの降雨によって有害な影響を受けない。
	防沫形器具（IPX-4）	いかなる方向からの水の飛沫によっても有害な影響を受けない。
	防噴流形器具（IPX-5）	いかなる方向からの水の直接噴流によっても有害な影響を受けない。
	防浸形器具（IPX-7）	想定の圧力、時間で水中に没しても水が浸入しない。
	防湿形器具	相対湿度90%以上の湿度の中で機器内部に正常動作を阻害するような湿気の侵入がないこと。
固形物の浸入に対する保護	防塵形器具（IP 5X）	機器の運転を阻害する程度の塵埃の浸入はないが、塵埃に対しての完全対策がなされていないこと。
	耐塵形器具（IP 6X）	塵埃の浸入が全くないもの。
特殊用途	密閉形器具（IP 54）	外郭に対する全ての方向からの水の飛沫で有害な影響を及ぼさないこと。

(4) 振動・衝撃の強い場所での使用

LED モジュールはガラス製ランプに比べて壊れにくい性質があるが、器具の強度設計で耐強度基準が決まるため、原則として衝撃の強い場所や常時振動のある場所での使用は、器具・ランプ等の落下や劣化の要因になるため、避けるように計画する。

(5) 可燃物近傍での使用について

取付け面がビニルクロスなどの可燃物で施工されている場所への取付けや、器具・ランプなどを紙や布などで覆ったり、燃えやすいものに近づけての施工は避けること。

LED 照明は光の成分に熱線（赤外線）を殆ど含まず、光そのものは熱さを感じにくいが、LED 照明は主要部品が半導体あるため、白熱電球や蛍光ランプよりも低い温度で動作させせなければならず、熱放射や熱対流による放熱はあまり期待できず、主に熱伝導により積極的に放熱させる設計になっている。そのため放熱部に近い器具の取付け部などが高い温度になる場合があるので注意が必要である。

6.1.2　制御装置と LED モジュールの適合性

各 LED モジュールは専用の制御装置（電源ユニット）を使用することを前提に設計されているために、他の制御装置は原則として使用できない。内照看板工事等で制御装置と LED モジュール組合せを施工者で選定する例もあるが、制御装置と LED モジュールのメーカーが異なる場合は、その適合性を計画段階で十分検討することが重要であり、それぞれのメーカーと綿密な打合せをする。

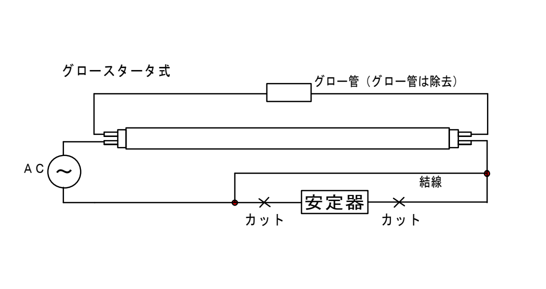
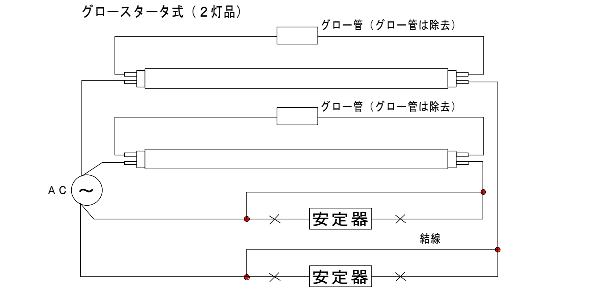
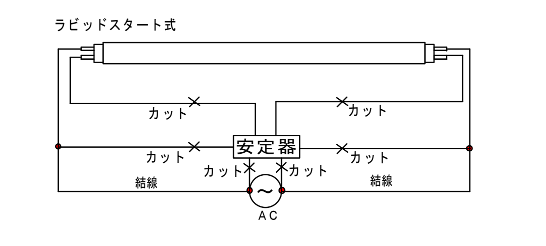
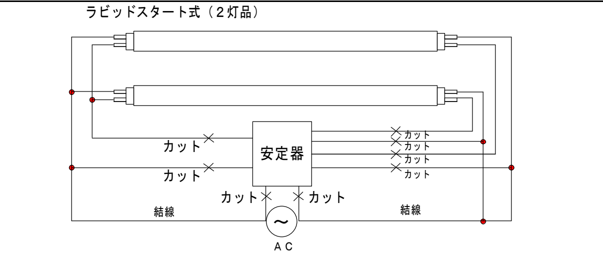
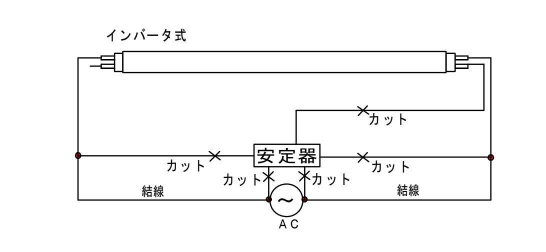
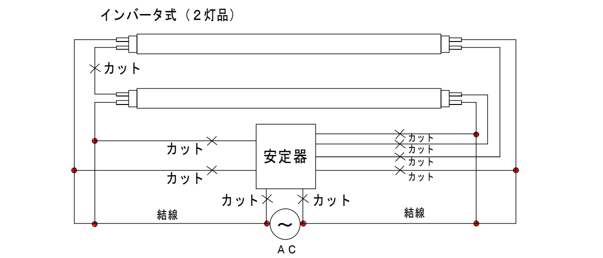
6.1.3　直管 LED ランプ（従来品と構造的に互換性を有するタイプ）使用上の注意点

従来品と構造的に互換性を有する直管 LED ランプは、3.2.2 項の表-3.2.1 及び表-6.1.4 に示すように、商用電源直結形、既設安定器接続形及び DC 入力形の 3 タイプに分類できる。各 3 タイプ共に安全面での問題があるため、原則としては使用を控えるべきであるが、敢えて使用する場合の注意事項や問題点を以下に示す。

（1）　商用電源直結形の場合

既設器具の安定器を撤去して商用電源を直結させる場合は、表-6.1.3 に示すように、グロースタータ式、ラピッドスタート式、インバータ式各々に、異なる器具内配線の改造工事が伴う。表中の配線改造図からも解るように、電源印加の個所、改造仕様も異なっており、互換性が全くないため一旦改造された器具には、蛍光灯や種類の異なる直管形 LED ランプが、再び装着されることを想定した安全対策が必要であり、安全性の確認が重要になる。以下に使用上の問題点を列記する。

表-6.1.3　各スタート方式の器具内配線工事

	1灯用蛍光灯器具の場合	2灯用蛍光灯器具の場合
グロースタータ式		
ラピッドスタート式		
インバータ式		

1)　器具配線の変更（改造）に伴う品質保証※2 が難しい。（「6.2　器具を改造する場合の注意点」を参照のこと。）

注記.　※2　(社)日本照明器具工業会では、製造者は安定器及び関連電気部品を含む器具全体でその性能、

品質について責任を負っているが、直管形 LED ランプの装着に伴って改造された製品については、製造者としての責任を負うことができないとしており、改造に係る事故、不具合についての責任は改造実施者にあるとしている。

2) 改造で安定器を取り除き商用電源直結とした器具に、再び蛍光ランプを取り付けた場合には、負特性※3のためランプ電流が過大になり、電源短絡と同じような状態が発生する可能性があり、過熱や発熱及び焼損の恐れがある。（表-6.1.4 の結線タイプ 1～3,7,8 が対象となる。）

注記. ※3　負特性とは、印加電圧の増加に対して電流が減少する特性であり、逆に電圧が減少すると電流が増加する特性。蛍光ランプの場合には、安定器の二次電圧は始動時商用電圧より高いため、安定器がないと電流が増加する。

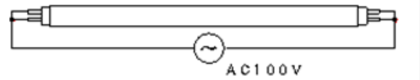
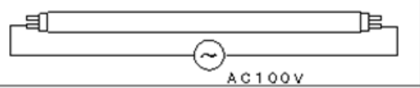
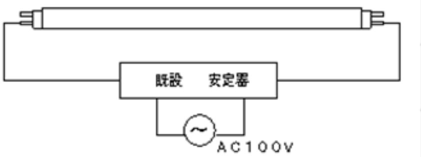
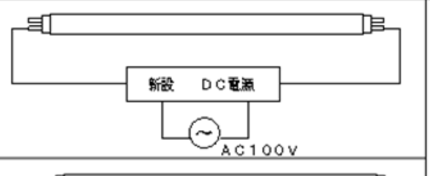
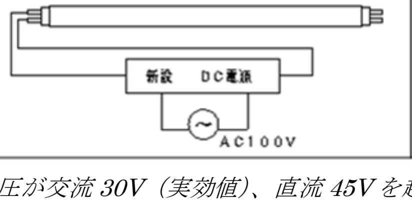
3) 異なる種類の直管形 LED ランプを装着した場合にも不点灯や電源短絡等のトラブルが起こる可能性がある。（表-6.1.4 の結線タイプ全てが対象となる。）

4) 両端の端子から電圧を印加するタイプは、片方の端子にランプを差込んだ場合に反対側の端子に電圧が印加され感電する恐れがある。（表-6.1.4 の結線タイプ 1,2,4～7 が対象となる。）

5) 点灯管（グロー球）を外して使用するものは充電部が露出することになり、感電対策が必要となる。（表-6.1.4 の結線タイプ 4 が対象となる。）

6) 定格入力電圧が 150V を超えているにもかかわらず、アース機構も二重絶縁構造を有しない製品が多いので注意が必要である。

表-6.1.4　直管形 LED ランプの結線方式と誤挿入・感電等のトラブルの有無について

タイプ	DC電源	結線方法 結線タイプ	結線図		接続する既設安定器	器具内改造の有無	指定外ランプの誤挿入	ランプ挿入時の感電
1	内蔵	商用電源直結形	両口金より印加		無	有	過熱発煙	有（片側ピン挿入時）
2								
3			片口金より印加					無
4		既設安定器接続形	両口金より印加		磁気式スタータ形	無	不点灯	有（片側ピン挿入時）
5					磁気式ラピッドスタート形		既設安定器発煙焼損	
6					電子式			
7	非内蔵	DC入力形	両口金より印加		無	有	過熱発煙	有（片側ピン挿入時）※4
8			片口金より印加					無

注記. ※4　線間及び対地電圧が交流 30V（実効値）、直流 45V を超えない電圧の場合は、安全特定低電圧（JIS C 8105-1:2005 規定）であり、規制対象外となる。

(2) 既設安定器接続形の場合

既設安定器接続形は大別するとグロースタータ式、ラピッドスタート式、電子式（インバータ式）の 3 タイプであるが、直管 LED ランプが全ての回路方式に対応できるとは限らない。誤使用によるトラブルが起きない対策が必要である。以下に使用上の問題点を列記する。尚、5.12.1 の項で記述したように国際規格 IEC 62776 として、表に示す Type4 のグロースタータを用いた磁気式安定器を使用した蛍光ランプ用照明器具を対象とした無改造タイプの国際標準化が進んでいる。（ラピッドスタート式安定器や電子式安定器の多い日本では実情に合わない部分が多く問題が残る。）

1) 安定器は JIS で規定された蛍光灯ランプとの組合せを前提に設計・評価されており、異なるランプを装着された場合の品質・安全性の保証はできない。
2) ラピッドスタート式安定器に、誤って商用電源直結形又は DC 入力形の直管形 LED ランプを接続すると、種類によっては安定器とフィラメント巻線間が短絡し事故に繋がる可能性がある。
3) グロースタータ式など、点灯管（グロー球）を外して使用するものは充電部が露出することになり、感電対策が必要になる。
4) 相当時間使用後の器具に、直管形 LED ランプを装着した場合は、更に継続することによる安定器等の経年劣化に起因する危険性が生じることが考えられ、期待寿命（例：40,000 時間以上）が保証できない。蛍光灯器具の取替は 10 年が目安になっており、累積点灯時間は 30,000 時間が目安になっている。従って長時間使用した蛍光灯器具に、そのまま直管形 LED ランプを装着し使用するのは、器具内の安定器が絶縁劣化により発煙事故・異常発熱による断線及びコンデンサの破損等、重大な事故につながる恐れがある。

(3) DC 入力形の場合

1) 異なる種類の直管形 LED ランプを装着した場合に、不点灯や電源短絡等のトラブルが起こる可能性がある。

(4) 共通

1) 蛍光ランプ用ソケットの耐荷重質量（許容限界 500g）を超えているものは、振動による落下の危険性があり、脱落防止等の金具が必要。（蛍光ランプに比べて直管蛍光灯ランプ形 LED は重いものが多い。）
2) 放熱部分が樹脂製のものは熱により膨張して管本体がたわみ、脱落する可能性がある。
3) 器具の各部で樹脂製のものを使用している場合は、異常時の発熱により溶けて変形し、落下の危険性があるため、耐熱性のある樹脂を使用する等の安全対策が必要である。

6.1.4 直管 LED ランプ（従来品と非互換性のタイプ）使用上の注意点

従来品と非互換性のタイプの直管 LED ランプは、他のランプの誤挿入を防ぐため新しい口金システムを採用している。現在（一社）日本電球工業会（現：日本照明工業会）「JEL 801:2010－L 形ピン口金 GX16t-5 付直管形 LED ランプシステム（一般照明用）」と、「JEL 802:2012－くぼみ形コンタクト口金 R4 付直管形 LED ランプシステム（一般照明用）」の 2 タイプがあるが、2 タイプ共に異なる口金 GX16t-5 と R4 を使用し、他のランプの誤挿入を防止している。

従来器具の本体を再利用できるリニューアルキットもあり、従来の直管蛍光ランプ用器具からの更新工事に使用できるようになっている。この場合には従来器具の改造に当たるため、事前に器具との適合性や、加工又は特注対応の有無の確認が必要になる。尚、取替えに当たってはメーカーの指示する施工要領に従って工事を実施すること。以外の工法で実施した場合には、メーカー側の原因で不具合が発生しても補償を求められないケースもあるので注意する必要がある。

使用上の注意点として、LED ランプは専用の制御装置（電源ユニット）を使用することを前提に設計されているために、異なるメーカーの制御装置は原則として使用できない。異なるメーカー間での使用の場合は、その適合性を計画段階で十分検討することが重要であり、それぞれのメーカーと綿密な打合せをすること。

6.1.5　電球形 LED ランプ使用時の注意点

(1)　寸法、形状、質量

電球形LEDランプは内部に制御装置を内蔵するため、表-6.1.5 に大きさ等の比較を示すが、白熱電球に比べて最大径が大きいものが多い。また口金近傍の形状が白熱電球より太いものがあるために、一部の照明器具等に装着できない場合があるので、事前に確認が必要である。また、質量が白熱電球の 3～6 倍と重く、1 台の器具に複数のランプを装着するような多灯型の器具には、重量対策が必要な場合もあるので注意する。

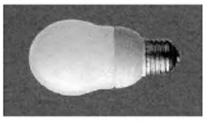
表-6.1.5　白熱電球と電球形 LED ランプ（60 形・50 形相当）の比較

ランプの種類	直径 (m)	全長 (m)	質量 (g)	消費電力	全光束(lm)		寿命 (h)
					電球色	昼白色	
白熱電球	55	98	30	54.0W	810		1,000
LEDランプ(T社)	60	119	183	10.6W	810	1,000	40,000
LEDランプ(P社)	58	105	105	11.0W	810	1,050	40,000
LEDランプ(S社)	60	114	170	9.2W	690	820	40,000
LEDランプ(I社)	55	98	95	10.7W	650	850	40,000
LEDランプ(N社)	60	120	145	9.0W	660	810	40,000

(2)　発光効率

表-6.1.6 に記載の LED ランプ（電球 50W・60W 相当品）の発光効率は、電球色系では 60～76 ℓm／W であり、昼白色系では 79～95 ℓm／W と共に電球形蛍光ランプの効率を上回っているが、メーカー間の性能差が大きいことと、公表数値と実測値に乖離が見られる製品もあるので、留意して選定にあたる。また、高効率の昼白色系 LED ランプは、平均演色評価数 Ra が 80 未満で効率のみを追求した製品もあるため、点灯した後に眩しいとか、物の見え方に違和感を覚える等のクレーム要因になる場合があるので注意が必要である。

表-6.1.6　白熱電球・電球形蛍光ランプのワット区分と電球形 LED ランプの光の量（全光束）の比較

一般照明用電球	電球形蛍光ランプ	電球形LEDランプ
		
100形	25形	1,520 lm
60形	15形	810 lm
40形	10形	485 lm
30形		325 lm
20形		170 lm

出典：電球形LEDランプの選び方・使い方（日本電球工業会　2010年11月26日）

光の量（全光束）で白熱電球・電球形蛍光ランプの代替として LED ランプを選定する場合の適合機種を（5.6.3 項に記述の電球形 LED ランプ性能表示等のガイドライン：電球工業会ガイド-008 を基準に選定）、表-6.1.6 に示す。製品によっては消費電力を前面に打出し比較しているものもあるが、LED ランプは技術の進歩に伴って、消費電力の低下が予想されるので、全光束数値を前提に比較し選定することを推奨する。

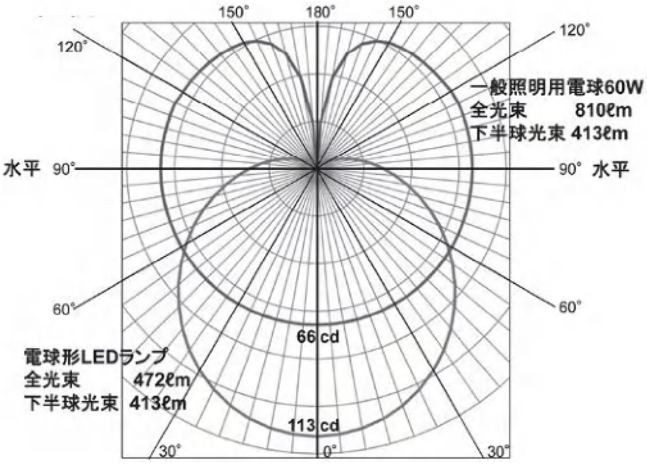
(3)　色温度

図-2.4.5 のダウンライト形 LED 照明の色温度と器具光束の関係図でも示したように、色温度の低い暖色系の器具は色温度の高い器具に比べて、平均演色評価数 Ra は 80 を超える製品が主であり、演色

性を考慮した製品開発が行われているのが窺えるが、全光束が 22～33%程度低い。そのため温度を基準として LED 照明を選定する場合には、色温度の低い暖色系のモジュール又はランプは色温度の高い物に比べて、一般的に全光束が小さく照度不足になるケースあるので注意が必要である。最近は色温度を変えても全光束、平均演色評価数が変わらないモジュールも開発されており、雰囲気に合わせてモジュールを交換可能な製品も市場に出てきている。

(4) 配光特性

図-6.1.1 に白熱電球 60W と電球形 LED ランプの配光例を示す。白熱電球は全般配光でありビームの開きがおよそ 340 度であるのに対して、電球形 LED ランプは準全般配光であり 180～240 度の範囲にある。図に示す通り、それぞれ直下 1m での照度は白熱電球で 66 ℓx（66 cd）、電球形 LED ランプで 113 ℓx（113 cd）であり、LED ランプの方が高い照度が得られる。ある程度広い範囲での平均照度を比べると下半球光束（水平から下）は双方とも 413 ℓm であり、この数値から同等の平均照度が得られる。この観点から図に示すスペックの電球形 LED ランプを“一般照明用電球 60 形相当”と称している例もあるが、電球形 LED ランプの全光束は 472 ℓm であり白熱電球の 810 ℓm を下回るため“60 形相当”(電球形 LED ランプ性能表示等のガイドライン:電球工業会ガイド-008 を基準した場合) と呼ぶことはできないので注意が必要である。このように、電球形 LED ランプは下方向主体に発光するためランプ光束が低くても水平面照度が優れて効率よく照明できる反面、空間全体に光が十分配分されず、天井や壁面の照度が低くなり易く、白熱電球と同等の配光が得られるわけではないため、白熱電球と雰囲気が大きく異なることがある 1)。電球形 LED ランプは光の直進性が強く、表-6.1.7 に示す狭角配光形～全般配光形までの配光角を持つランプがあるため、使用用途や使用器具によって配光角、光束値や直下の光度を理解した上でランプの種類を選定する必要がある。



出典：電球形 LED ランプ性能表示等の
ガイドライン 008,(一社)日本電球工業会

図-6.1.1 白熱電球と電球形 LED ランプの配光例と諸数値の比較

表-6.1.7 配光形の定義

配光形	定　　義
全般配光形	口金上方鉛直点灯時の下方光度の1/2の範囲が180度以上
準全般配光形	口金上方鉛直点灯時の下方光度の1/2の範囲が90度以上180度未満
広角配光形	口金上方鉛直点灯時の下方光度の1/2の範囲が30度以上90度未満
中角配光形	口金上方鉛直点灯時の下方光度の1/2の範囲が15度以上30度未満
狭角配光形	口金上方鉛直点灯時の下方光度の1/2の範囲が15度未満

参考文献:「電球形LEDランプの選び方・使い方」日本電球工業会 2010年11月26日

(5) 設置場所の注意

電球形 LED ランプは形状が白熱電球に似通っているため、使用場所に制限があることが一般の消費者に、理解されずトラブルが絶えなかった。その大半は防水対応品でないランプを浴室等、湿度の高い所で使用することによる水での劣化や、放熱孔のないグローブ器具や、断熱施工型ダウンライトに装着できないランプを取付けることによる熱劣化である。

寿命の問題や、熱による損傷等の観点から放熱が重要であることから、密閉構造の器具には取付けられなかったが、最近は密閉構造の器具に使用できる製品や、防水対応品も開発される等、製品のバリエーションも増えてきている。ただし、効率を追求する高出力型の製品には密閉対応品や防水対応品が少ないので注意すること。また、防水対応品のランプであっても屋外で使用する場合は、ランプのカバー部分が樹脂であるため耐候性に適さないものもあり、防水カバー付器具等に取付ける等の対応が必要になる。

6.2　器具を改造する場合の留意点

既設の白熱灯、蛍光灯及び放電灯等の器具のランプを LED ランプに取替える市場ニーズは、内装工事を伴わない簡便さから、従来の照明器具から LED 照明器具に完全に移行するまでの過渡的な期間に増えていく。当協会では本来のランプ以外のランプを装着する目的での改造は推奨できないが、客先の要求などでやむなく改造する場合を想定して、工事に伴うトラブルを未然に防ぐ目的で注意点及び留意点※5 を記載する。

注記.　※5　記載内容は(社)日本照明器具工業会の JLA2004 : 2010/7「直管蛍光ランプ形 LED ランプなどの装着時、蛍光灯照明器具改造での注意点」より引用、詳細は「直管蛍光ランプ形 LED ランプなどの装着時、蛍光灯照明器具改造での注意点」を参照のこと。

6.2.1　器具を改造した場合の補償責任

照明器具製造業者は照明器具について内蔵部品を含め、その性能、品質、安全性について責任を負っている。しかし、LED ランプ装着に伴う改造を施した器具については、器具製造業者に責任を求めることができず、改造に伴う事故並びに不具合については改造を施した者が責任を負うことになる。また、改造を伴わない既存のランプを LED ランプに置換える場合について、事故並びに不具合が生じた場合は、器具製造業者に責任を求めることができない。[2)]　従って、改造する場合は施主と補償責任の範囲を明確に協議し、書面などに残しておく必要がある。

6.2.2　認定・評定及び検定品の改造

法令等で規制された照明器具類（誘導灯は認定、非常用照明は評定、防爆器具は検定が必要な器具である。）は器具とランプが組合されて認定、評定、及び検定が成されている。従って、適合ランプを LED ランプに変えた場合は、その効力がなくなるため、認定、評定、及び検定を取り直さなければならない。[2)]

6.2.3　器具を改造する場合の注意点

(1)　改造時の確認事項 [2)]

1)　器具は電気用品安全法の技術基準に合致していること。
2)　内蔵機器（安定器、レギュレータ等）の定格値（ランプ電流）以下であること。
3)　ソケット、端子等の定格値（電圧、電流）以下であること。
4)　器具の安定器、ソケット等が経年劣化していないこと。
5)　直管形 LED ランプ等、ランプ挿入時に片側ピンへの接触に対して、感電に対する保護がとられていること。(直管形蛍光ランプの場合、両ピン間の絶縁抵抗は 2MΩ 以上であること。)
6)　照度、配光、グレア、色温度及び演色性について、改造前の特性と比較して、問題が生じない性能を有していること。(使用環境で大きな差異が生じないこと。)

(2)　**改造時に考慮すべき点** 2)

1) 安定器、ソケット及び電線などの内蔵品については、経年劣化している場合があるため、できる限り改造時には交換する方が望ましい。
2) 改造及び結線変更後は絶縁抵抗試験、耐電圧確認試験等を必要な試験を実施する。
3) 改造後の定格値、ランプ型式、工事者名、工事日等の表示、または記録を保管する。
4) 改造以前のランプの再使用ができるか否かの表示をする。（器具の改造を伴わない直管形LED ランプのみ取替える場合で、従来のランプを使用可能であっても、その旨を示す表示を行う。）

6.3　**設計前に留意すべき点**

6.3.1　**設計時の注意点**

(1)　**照度計算の注意点**

照明設計における従来光源（蛍光灯、放電灯等）を基準とした照度計算方法には光束法と逐点法があり、一般に用いられる照度計算は照明器具の全光束から平均水平面照度を算出する光束法が主流である。この光束法により算出された照度を基に JIS 照明基準に必要な照明器具の種類及び台数を選定する。LED 照明を用いた照度計算においても光束法を使用するが、光束法を用いて照度計算により設計した一部の案件において、竣工後の初期照度が従来光源の白熱電球や蛍光ランプを使用した器具を採用した案件よりも、全般的に明るいか、あるいは天井面のまぶしさ（器具そのものによるグレア）を強く感じるといった事象が発生している。これは LED 照明が白熱ランプ、蛍光ランプ及び放電灯に比べて光の直進性（LED 素子から放出される光束が光源前方に集中する構造。）が強く、単に平均水平面照度を算出するやり方では、床・机上面（水平面方向）に光束が集中し必要以上の明るさになったり、壁面（垂直面方向）への光が不足し、空間の明るさ感が足りない雰囲気の悪い光環境しか作り出せない結果になったりするためである。

LED 照明の照度計算における問題点を整理すると下記のとおりである。

① LED 照明の特徴である直進性を反映した照度計算法が確立されていない。
② 従来光源は器具とランプが分かれているが、LED 照明は LED ランプを装着するランプ交換形もあるが、光源と器具が一体形が基本であり定格光束の考え方が異なる。
③ 照明率のデータが整備されていない。
④ 保守率の設定が明確でない。

これらの問題を解決すべく、（一社）日本照明工業会の照明器具小員会では、JIL5004-2012「公共施設用照明器具」※6 の中で従来光源と LED の定格光束、照明率、保守率の違いを表-6.3.1 に示すように定義した。尚、<u>7.1.2 に改正概要と 7.1.3 に改正内容を盛込んだ計算例</u>を示すので参照されたい。

注記　※6　JIL5004-2012「公共施設用照明器具」は照明器具小委員会にて立案され、公共施設用照明器具標準委員会の承認を経て、2013 年 4 月に「公共施設用照明器具 2013 年板改定」として改正された。

表-6.3.1　定格光束と照明率の用語の定義について（JIL5004-2012より引用）

光源別	用　語	定　義	引用規格
従来光源	ランプ定格光束	ランプを規定の条件で点灯した場合の製造業者などが公表しているランプの初期光束	JIS Z 8113 照明用語
	器具効率	特定の実用的な条件の下で，それ自体のランプと装置とを用いて測定した、照明器具から放射される全光束の，同じランプをその照明器具に入れないで点灯して，特定の条件で同じ装置を用いて個々に測定した全光束の総和に対する比。	JIS Z 8113 照明用語
	器具光束	照明施設に取り付けられた照明器具の全光束の総和で、ランプ定格光束に器具効率を乗じたものを云う。 *器具光束＝ランプ定格光束×器具効率*	JIS Z 8113 照明用語
	照明率（U）	照明施設の基準面に入射する光束のその施設に取り付けられた個々のランプの全光束の総和に対する比。	JIS Z 8113 照明用語
LED	定格光束	照明器具製造業者が規定する条件で点灯した場合のLED照明器具から放出される光束（初光束）として製造業者が指定した値。 従来光源の器具光束に相当する。	JIS C 8105-3附属書A LED照明器具性能要求事項
	固有照明率（U_0）	照明施設の基準面に到達する光束の個々の照明器具からの全光束の総和に対する 従来光源の照明率に相当する。	JIS Z 8113 照明用語

表-6.3.2　維持光束と初期照度補正形の用語の定義について（JIL5004-2012より引用）

用　語	定　義	引用規格
維持光束	定格光束に保守率を乗じたもの。初期照度補正形LED照明器具の場合は初期照度補正期間でほぼ一定に保つ光束（維持光束は照明設計で用いる光束としている）	照明器具工業会ガイド134 LED性能表示ガイド（案）
初期照度補正形	定格光束に保守率を乗じた光束以上で点灯開始し、初期照度補正期間またはLEDモジュールの寿命時まで連続的に出力をあげ、ほぼ一定の光束を保つようにしたもの	照明器具工業会ガイド134 LED性能表示ガイド（案）

■ 維持光束＝定格光束×保守率
■ 保守率 ＝光源の設計光束維持率×器具の設計光束維持率（汚れ）

これらは、従来光源の場合は光源（ランプ）と器具が分離であるのに対して、LED照明器具は光源一体形が前提となっている。直管LEDランプや電球形LEDランプを使用する器具の場合は、従来光源同様の光束や照明率を使用することになる。

LED照明器具又はLEDランプによる設計の場合は、従来光源との違いを認識し照度計算を行う必要があるが、光束法による平均水平面照度のみで照明計画を行う方法に無理がある場合は、CG（コンピュータグラフィックス）を利用した配光シミュレーション等の設計手法を採用することも有効な方法である。現在、空間の明るさ感を指標として、LED照明の特長を引き出す照明設計手法を行っているメーカー（Feu：パナソニック、Weluna：東芝ライテック）や、輝度分布、視認性等の評価を画像解析処理にて評価を行うメーカー（Quapix：岩崎電気）もあるが、統一した基準が無くLED照明に適した照明設計手法や評価手法が出てくるのが待たれる。

(2)　固有エネルギー消費効率の定義について

固有エネルギー消費効率（ﾙｰﾒﾝ／W）とは、照明器具から放出される全光束を定格消費電力で除したものをいう。LED照明の場合は、LED照明器具から放出される初期光束を消費電力で除した数値をいう。蛍光灯照明器具の場合は、エネルギー消費効率（ﾙｰﾒﾝ／W）とよび、蛍光灯照明器具に装着する蛍光ランプの全光束を定格消費電力で除したもの使用する。このようにエネルギー消費効率の算出

式が異なるため、LED 照明器具の固有エネルギー消費効率の値と、蛍光灯照明器具のエネルギー消費効率の値を、そのまま比較はすることはできないので注意が必要である。但し、参考値として使用する場合はこの限りではない。

LED照明器具の場合

LED照明器具の固有エネルギー消費効率（ﾙｰﾒﾝ／W） ＝ LED照明器具から放出される初期光束（ﾙｰﾒﾝ／W） ／ 消費電力（W）

≠

蛍光灯照明器具の場合

蛍光灯照明器具のエネルギー消費効率（ﾙｰﾒﾝ／W） ＝ 蛍光灯照明器具に装着する蛍光ランプの全光束（ﾙｰﾒﾝ／W） ／ 消費電力（W）

図-6.3.1　エネルギー消費効率の定義について

(3)　演色性での注意点

JIS Z 9110 照明基準総則では、作業別の推奨表に平均演色評価数 Ra が加えられており、CIE（国際照明委員会）でも用途により推奨する基準が定められている。このように 4.5 項「演色性について」においても記載しているように、照明設計において照度とグレアに加え、演色性も重要な要素である。

平均演色評価数 Ra は、表-2.2.2 に示す 15 試験色の内 R1～R8 までの 8 試験色を対象となる光源と自然光（基準光）で照明した時の色ずれの大きさを数値化したものであり、その平均値としてあらわされる。しかし、演色評価数は基準光とのずれの方向が適正な方向にあるかどうかは関係なく数値化されるので、演色評価数が高くても好ましい色に見えない場合がある。青色発光 LED チップに黄色蛍光体を用いて白色を作り出している白色 LED モジュールの場合は、平均演色評価数 Ra が 80 以上でも、特殊演色評価用の試験色 R9（Strong Red:4.5R4/13）に対する演色評価数が低い場合は冷めた色見になるため、赤色蛍光体を混ぜて是正しているメーカーもある。このように、LED 照明の場合は、平均演色評価数 Ra だけでなく、どの試験色に対する演色評価数が高いのかにより、被写体の見え方異なるため、演出を考慮する場合は、各試験色に対する演色評価数にも注目する必要がある。※7

一例として図-6.3.2 に異なるメーカーの高演色性及び中演色性 LED ランプの器具と一般 LED ランプの器具の各演色評価数グラフを示す。同じ平均演色評価数 Ra85 の中演色性ランプの器具でもメーカーが異なると、各演色評価試験色での数値が異なってくる。2 社の中演色性ランプのダウンライト（Ra85）を比較してみると、R4、R7、R8 では 3～4 ポイント程度の評価数の差であるが、特殊演色評価用の R10 で 8 ポイントの大きな差が生じている。個々の演色評価試験色で大差が生じても平均演色評価数では Ra85 で片付けられてしまう。従って、演色性を重視する被写体の場合は、この点を考慮して机上だけでなく、事前に実被写体を対象とする実験を行うのなどの配慮が必要になる。

注記. ※7　従来光源を対象とした演色性評価方法では、LED 照明の演色性が正しく評価できないとして、評価基準が平均演色評価数等の算出に基になっている CIE（国際照明委員会）の『光源の演色性評価方法第 2 版』に替わって、英国 Reeds 大学で検討されている CRI-CAM02UCS (Color Rendering Index)と NIST(National Institute of Standards and Technology ; アメリカ国立標準技術研究所）で検討が進んでいる CQS(Color Quality Scale)の 2 方法について TC1-69 委員会（Technical Committee : 国際標準化機能の専門委員会）で検討がなされてきた。しかし TC1-69 では、現行方法の演色性評価方法では本当に LED 照明の演色性評価が正しくできるのか、評価できない場合の新しい方法の在り方はなど、基本的な考え方が整理されず結論がでないまま技術報告書を纏め完了しており、今後の新しい TC 会議の設置が待たれるところである。

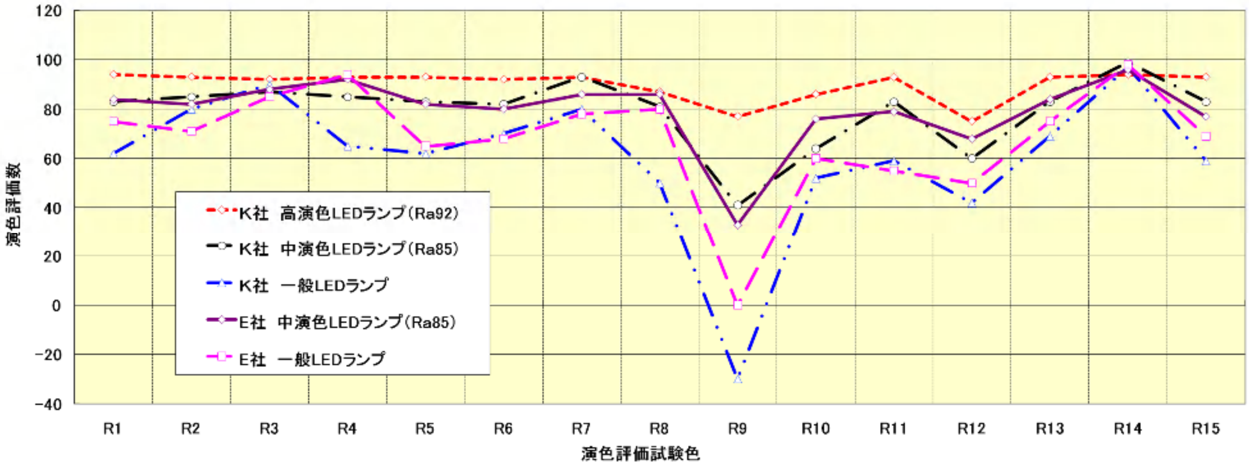


図-6.3.2　各 LED ランプの演色評価数グラフ

(4)　色温度と視覚心理、視覚生理

色温度 3000K は暖かみのある色で、4200K は落ち着きのある色、5000K は活動的な色と言われるように、照明の色温度変化が視覚心理、視覚生理等、人間に対して心理的影響を与えると言われている。住宅向け LED 照明で調色・調光機能を利用して、生活のリズムに合わせたサーカディアン照明制御※7 など､新たな光演出が盛んに研究されていることを 3.1.3 項｢シーリングライト形｣で記述したが、同様にオフィスでの作業性向上を目的とした色温度と照明の関係等が盛んに研究されている。最近は研究だけでなく、オフィス照明設計の中に「サーカディアン照明制御」※8､「知的オフィス照明システム」※9 など、照度制御が中心であった照明制御計画に、色温度を制御する技術を盛り込んだ計画例も見られるようになってきている。

LED 照明はモジュールの構成を変えることにより、自由に色温度を変えることが可能な器具を製作することができるため、今後この面での研究も進んでいくものと考える。

注記.　※8　サーカディアン照明制御は次世代オフィスの省エネソリューションを提案するもので､「サーカディアンリズム」と呼ばれる約 24 時間周期の生体リズムと光の関係を照明制御に応用し、LED 照明の色温度や明るさを変化させることで一層の省エネと同時に、快適性や知的生産性が維持できる新しいオフィス環境づくりを目指すものである。

注記.　※9　知的オフィス照明システムとは、同志社大学三木教授の開発したシステムで、「人工知能により照度・色温度可変型照明制御を行う知的照明システム」として 2008 年から 3 年間に亘り先導研究として NEDO の支援事業として助成を受けて進められた研究である。知的オフィス照明システムは、様々なオフィス活動のスタイルに合わせて｢適光・適所｣を実現するためのシステムで、照明器具、照度センサ、及び電力センサをネットワークに接続し、照度センサからの照度情報、PC からの色温度情報、及び電力センサからの消費電力情報に基づいて、各照明器具を人工知能のアルゴリズムで制御することで、任意の場所に働く人が要求する照度と色温度を提供する新時代のオフィス向け照明システムである。

(5)　コスト面での注意点

従来光源の器具に比較するとまだコスト面で高い印象は強いが､図-6.3.3 に示すようにコスト面では 2012 年時点では 2008 年に比べて 40～50%程度に、出始めの 2006 年に比べると 10 分の 1 以下に低下しており、今後集積型 LED の技術進歩や 200ℓm／W を超える高出力 LED チップを使用した器具が実用化されれば、更に器具コストの低下が予想される。LED 照明の導入にあたっては、これらの動向に注意を払い検討する必要がある。また、比較的短期間で器具性能や価格が変動することが予想されるため、計画・設計期間や施工期間が長期に亘る案件については、必要に応じて設計内容、器具スペックや工事費に関する見直しを行い、適切な対応を講ずることが重要となる。

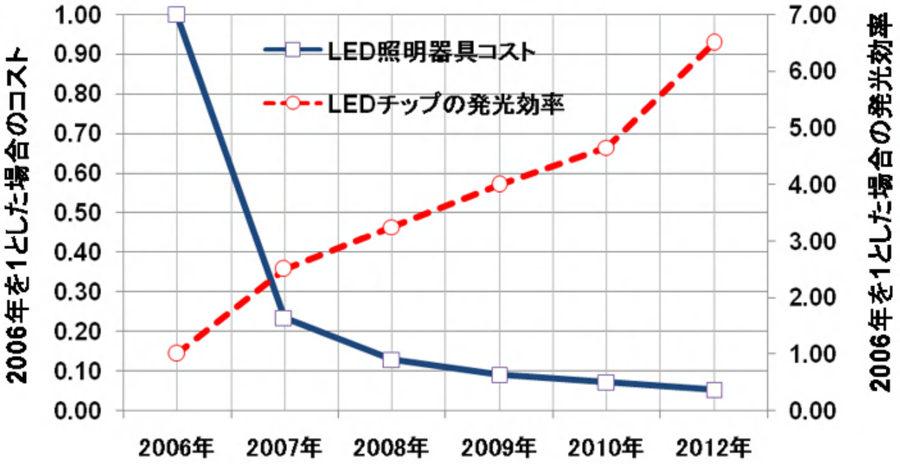


図-6.3.3　LED チップの発光効率と器具コストの変遷

6.3.2　配線設計時の注意点

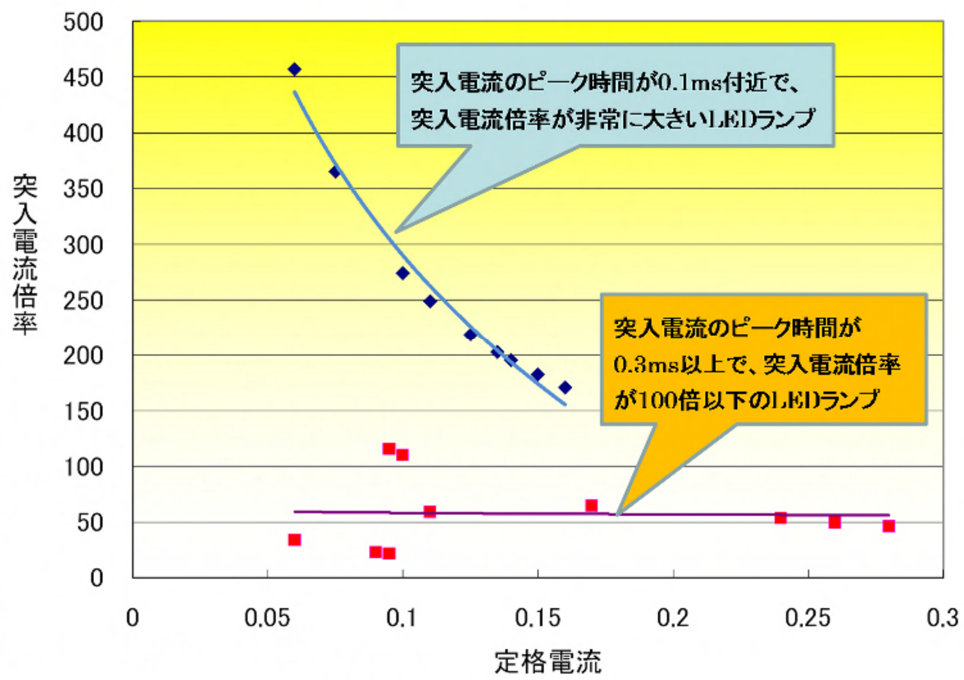
(1)　突入電流を考慮した回路設計

LED 照明は 1 灯の消費電力が小さいため、分岐回路 1 系統に多数器具を設置することがある。この場合には制御装置内の平滑用コンデンサが挿入されているため、電源投入時の突入電流を考慮した回路設計が必要になる。表-6.3.3 に電球形 LED ランプの突入電流とスイッチ・リレー類使用時の接続台数（T 社例）を示し、図-6.3.4 には定格電流と突入電流倍率の関係を示す。突入電流が流れる時間により図に示すように 2 種類に分かれる。突入電流が流れる時間が 0.1ms 以下と非常に短いランプの場合は、定格電流の 180～450 倍と非常に大きな突入電流が流れる。一方突入電流が流れる時間が 0.3～0.4ms と 3～4 倍程度流れるランプの場合は、定格電流の 30～110 倍の突入電流が流れる。これは平滑用コンデンサの性状の違いによるものと推測されが、どちらの場合も突入電流は大きな値であるが、非常に短い時間なので接続台数が少ない場合は、調光スイッチに内蔵された半導体素子の熱的強度を超え破壊することはない。しかし、接続台数が多くなると半導体素子の熱的強度を超え破壊する場合がある。回路設計にあっては、この点を踏まえてメーカーが指定している接続数に従って行うようにする。突入電流は人感スイッチ、光センサ、リモコン機器等に内蔵される半導体素子等にも同様の影響を与えるので、併せて注意する必要がある。他メーカーも同様に接続できる LED 照明の個数をカタログや取扱説明書に記載しているので、回路設計前に予め確認しておくこと。最近メーカーからも突入電流に関する注意が促されているので、不明な点についてはメーカーに問い合わせを行い、工事完了引渡しにトラブルが生じないようにしておく。

表-6.3.3　電球形 LED ランプの突入電流とスイッチ・リレー類使用時の接続台数（例）

ランプ形状	単位	ビーム ランプ形	ボール形	一般 電球形	調光器 対応形	防水形	ミニ クリプトン形	ユニット フラット形
定格電流	A	0.11	0.15	0.08	0.06	0.06	0.06	0.11
突入電流	A	27.4	27.4	25.9	2.04	2.04	27.4	6.5
突入電流倍率		249.1	182.7	323.8	34.0	34.0	456.7	59.1
突入時間	msec	0.1	0.1	0.1	0.385	0.385	0.1	0.3
接点出力T/U	台	25	25	25	60	60	25	13
T/U付6A リレーユニット	台	25	25	25	60	60	25	13
リレー制御T/U	台	90	90	90	100	100	90	105
人感センサ 別置形電源	台	1	1	1	15	15	1	4
人感スイッチ （屋内用/2線式）	台	20	20	20	40	40	20	21
壁スイッチ	台	70	70	70	100	100	70	120

出典：T 社カタログ数値より



注記. 表-6.3.3 の電球形 LED ランプには代表的なランプ形状のものを抜粋して記載しているが、
グラフはこれらを含む 30 種類の定格電流と突入電流倍率の関係を分布図として示す。

図-6.3.4　電球形 LED ランプの定格電流と突入電流倍率の関係（一例）

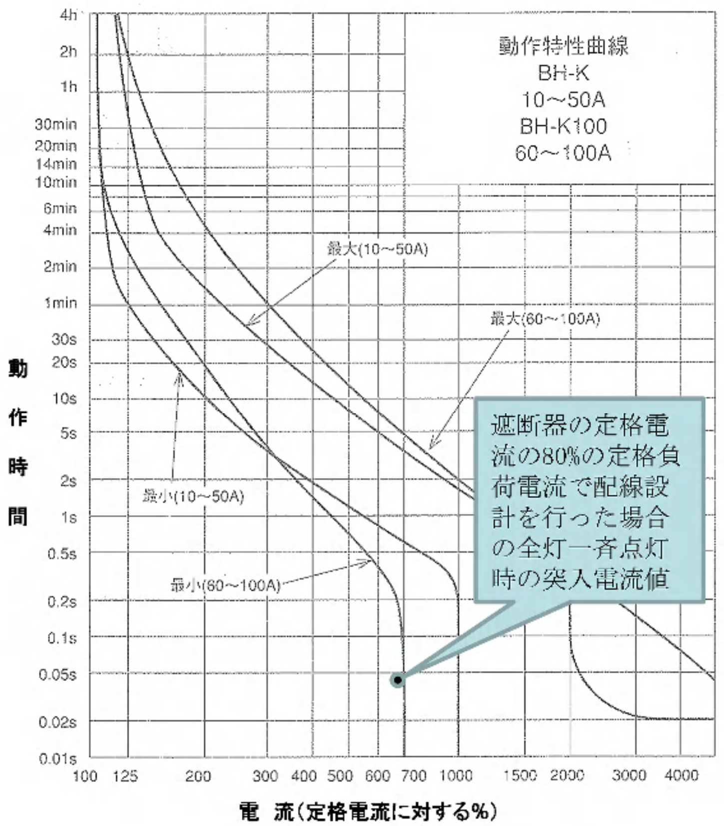


図-6.3.5　低圧遮断器の動作特性と LED 器具の突入電流

表-6.3.4　ﾀﾞｳﾝﾗｲﾄ形 LED の特性(S 社製)

機種名	ダウンライト形LED
定格電流	0.094A（200V 入力時）
突入電流	0.8A（200V 入力時）
突入電流倍率	8.56
突入時間	40ms
定格電圧	AC100～242V
消費電力	18.7W

表-6.3.5　ﾍﾞｰｽﾗｲﾄ形 LED の特性(S 社製)

機種名	ベースライト形LED
定格電流	0.34A（200V 入力時）
突入電流	2.4A（200V 入力時）
突入電流倍率	7.06
突入時間	25ms
定格電圧	AC100～242V
消費電力	68W

また、表-6.3.4 にダウンライト形 LED の特性、表-6.3.5 にベースライト形 LED の特性を示す。電球形 LED ランプに比べると、制御装置にピーク電流を抑える設計が採用され 2～16%程度に抑えられているが、突入電流が流れる時間が長くなっている。表-6.3.4 のダウンライト形 LED 器具の例で、通電後 40ms 経過時の突入電流値が定格電流の 8.5 倍程度であり、定格電流をベースに回路設計を行った場合、1 回路に接続できる最大容量で配線設計を行うと、全灯一斉点灯時に図-6.3.5 に示すように低圧遮断器の動作特性に近い部分が生じ、低圧遮断器が誤動作する可能性がある。この点を踏まえた配線設計が必要である。

(2)　漏電ブレーカでの誤動作

4.7 項で高調波について記述しているが、LED 照明の制御装置はスイッチング電源方式が主流であるため、漏電ブレーカの種類によっては制御装置から漏れる高調波・高周波電流の影響で漏電ブレーカが誤動作する場合がある。制御装置は高調波や高周波雑音・ノイズを抑制するために、フィルタが挿入されており、フィルタを通して高調波・高周波電流が漏洩電流として流れている。電圧フリーの制御装置は固定電圧の制御装置に比べて漏洩電流が大きくなる傾向にある。

分電盤などに漏電ブレーカを設ける場合は、分岐回路に設ける漏電ブレーカの感度について考慮する必要はないが、主幹に漏電ブレーカを使用する場合は、LED 照明器具の漏洩電流の総和が影響し感度が比較的高いものは誤動作する可能性があるので、感度の鈍いものを選定する。また、コンデンサ（フィルタ類も含む）に流れる商用周波数漏洩電流や低次の高調波漏洩電流は、高調波対応形漏電ブレーカであっても漏電と検知する可能性があるので、選定にあたっては注意が必要である。

6.3.3　調光スイッチ、点滅スイッチ等回路設計での注意点

(1)　2 線式タイプの調光スイッチ

白熱電球専用の調光回路に設置されている白熱電球を LED 照明器具又は LED ランプに取替えた場合に、白熱電球のようなスムーズな調光動作には成らず、ほとんど点灯しない状態からほぼ全点灯に近い状態に移行し、調光にならない現象が起きる場合がある。原因は図-6.3.6 に示す白色 LED の順方向電圧(V_f)－順方向電流(I_f)特性で、一定の電圧に達しないと電流が流れず、非発光領域の範囲が広いためである。従って、白熱灯から LED 照明に置換える場合は、器具を調光対応品又は制御装置（電源装置）を調光対応品にする。※10

注記. ※10　調光対応でない LED 照明器具又は LED ランプを使用した場合は、調光スイッチによる位相制御のため電源波形が歪み、チラツキの発生や過負荷により内蔵の電子部品が破損又は短寿命になる恐れがある。また、6.5.2 項で記述した突入電流が半導体素子の最大定格電流を超えることがあり、調光器が破損する恐れがある。

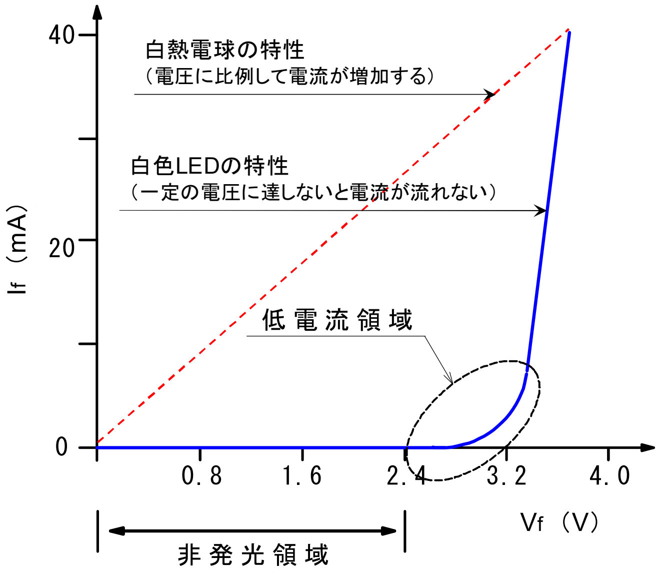


図-6.3.6　白色 LED と白熱電球の順電流-順電圧特性

(2)　4 線式タイプの調光スイッチ

現状の LED 照明はメーカー間の互換性がほとんどないため、4 線式タイプの調光スイッチの場合、同一調光回路に異なるメーカーの製品を混在させることはできない。

(3) 調光スイッチに接続する器具数

1 台の調光スイッチに接続できる LED 照明及び制御装置は、各々仕様が異なるために、事前にメーカーの施工説明書、仕様書等を確認のした上で、メーカーと打合せを行うこと。

(4) 個々の調光対応 LED 照明で消灯タイミングが異なる

複数の LED 照明を 1 つの調光スイッチに接続して使用する場合は、LED の特性（LED モジュール動作電圧のばらつき等）により個々の灯具で消灯のタイミングに差が出ることがあるので注意する。

(5) 調光範囲について

従来の調光対応の LED 照明は、調光下限まで暗くすると突然消灯する等の不具合があったが、最近は 5～100%の範囲であればスムーズに調光できる製品が主流で、メーカー指定の専用調光スイッチを使用した場合では、白熱灯のように消灯状態（0%）から全点灯までスムーズに調光できるものも開発され、白熱灯同様に LED 照明を使用した 0～100%の調光演出が可能になってきている。

また、LED 照明は僅かな電流が流れているだけでも点灯するため、調光スイッチのつまみが不点灯のポジションでも薄く点灯した状態になる場合がある。これは調光スイッチが完全に通電していない状態にならないためで、この場合は調光スイッチに電源スイッチを付加するか、又は電源スイッチ内蔵の調光スイッチに取替える必要があります。メーカーによっては IC を利用し、電源波形に応じて LED モジュールに流れる電流値を IC により制御して、電源電圧が完全にゼロになる前に消灯するような仕組みを製品に組込んでいるものもある。

(6) 人感スイッチと調光スイッチの併用

人感スイッチと調光スイッチを併用させる場合は、電流制御目標値が LED 照明器具のデューティ比検出回路に直接信号として流れる必要があるため、4 線式タイプの LED 照明器具と調光スイッチの組み合わせにする。4 線式でも人感スイッチ、調光スイッチ及び LED 照明器具の組合せによっては使用できないものが多いのでメーカーと事前調整が必要である。2 線式タイプの場合は調光対応 LED 照明器具又は LED ランプであっても人感スイッチと調光スイッチを併用させることはできない。

(7) 位置表示灯付スイッチ

位置表示灯付スイッチは、オフ時にも微小な電流をスイッチ部に流して表示灯を点灯させる方式である。スイッチがオフ時には LED 照明器具又は LED ランプが直列接続状態になるため、微小電流が器具又はランプに流れるため、オフ時にぼんやり点灯することがある。最近は微小電流では点灯しないように制御を行っている製品もある。事前に位置表示灯スイッチと組合せ可能な器具を確認しておくことが必要である。

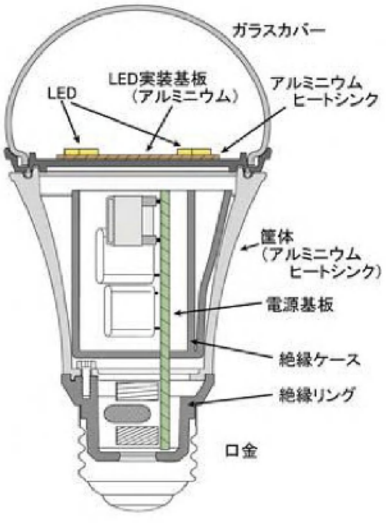
(8) 動作確認灯付スイッチ

動作確認灯付スイッチは、オン時に電流をスイッチ部に流して確認灯を点灯させる方式である。従って LED 照明器具又は LED ランプの定格電流が少ない場合は、確認灯に十分な電流が流れず点灯しないかあるいは薄暗く点灯するなどの不具合が起きることがある。この場合は適合容量にあった確認灯に交換する。特に、既存が白熱電球などの電流値の大きな負荷を電流の少ない LED 照明器具又は LED ランプに交換する場合は注意が必要である。

6.4　施工前に留意すべき点

6.4.1　放熱対策

LED照明器具はLEDモジュール及び制御装置双方からの発熱があり、LEDランプは放熱板から熱発散があるため、放熱を考慮した施工が重要になってくる。LEDモジュールは構造上から熱放射や熱対流による放熱があまり期待できないため、主に熱伝導により放熱させる設計になっている。また、図-6.4.1に代表的な電球形LEDランプの構造を示すが、LEDランプは熱伝導により放熱板（ヒートシンク）に熱を集め、そこから放熱させる設計になっている。双方とも積極的に熱伝導を利用して放熱させる仕組みであるため、この部分の放熱対策がうまく行かない場合は、熱伝導率の高い電線・ケーブル類の芯線（銅の熱伝導率は398W・m^{-1}・K^{-1}で、空気の16,500倍）を伝わって熱発散が行われることになるので注意が必要である。



東芝ライテック資料より

図-6.4.1　電球形LEDランプの構造と放熱板（ヒートシンク）

(1)　断熱工法での注意点

断熱構造又は断熱工法※11により施工される天井部分に取付けるダウンライト形LEDについては注意が必要である。図-6.4.2に従来品の一般形ダウンライトの各断熱材との離隔距離を示すが、断熱工法に対応していないダウンライト形 LED も従来品ダウンライト同様に離隔を守った施工方法を行う必要がある。指定以外の施工では器具の寿命が損なわれたり、過熱して発火・発煙等のトラブルが発生する恐れがあるので注意すること。図-6.4.3にS形（断熱施工対応形）器具とM形（一般形）器具の施工法の違いを示す。最近ダウンライト形LEDにおいてもSGI形・SG形（マット敷断熱工法対応）のS形埋込照明器具※12が製品化されるようになってきたが、SB形（ブローイング断熱工法対応）の器具はまだ製品化されていない。しかしS形埋込照明器具はまだ製品が少ないので注意が必要である。

また、口金（E17・E26等）が同じであるため白熱電球から電球形LEDランプに取替え使用している場合が見受けられるが、天井部分に断熱工法が採用されている場合はダウンライト周辺の断熱材を取除き、断熱材との離隔を図-6.4.2に示す値以上に取る等の施工が必要になる。S形のダウンライト（口金 E17・E26）であっても、装着しようとするLEDランプがS形に対応していない場合もあるため、既設の施工法に合わせてランプを選択する必要がある。断熱施工表示は器具とランプの組合せに対して登録表示しているものであり、登録されていないランプは使用できない。使用できるランプは器具に貼付けられている銘板やランプ表示ラベルに記載されているので確認のこと。

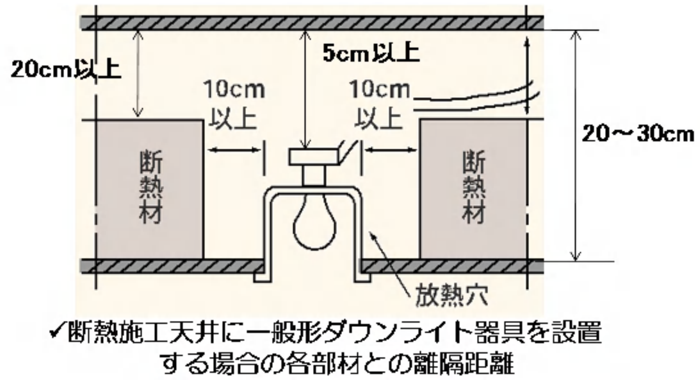


図-6.4.2　一般形ダウンライトと各部材の離隔距離

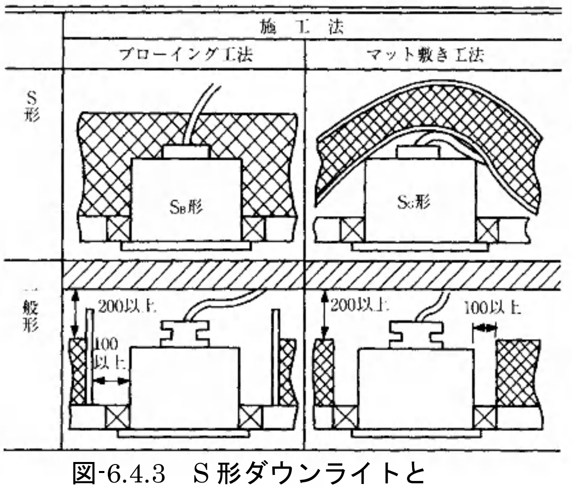


図-6.4.3　S形ダウンライトと一般形ダウンライトの比較

注記. ※11　「住宅に係るエネルギーの使用の合理化に関する設計、施工及び維持保全の指針」により住宅等で省エネを目的とした断熱工法を施した天井が増加しており、同基準（平成18年国土交通省告示第378号3（2）イ（ニ））より、「断熱構造とする天井又は屋根に埋込み形照明器具を取り付ける場合にあっては、断熱材で覆うことができるものを使用すること。」となっている。

※12　SGI形・SG形（マット敷断熱工法対応）及びSB形（ブローイング断熱工法対応）埋込照明器具とは建物の施工時において断熱材の施工に対して特別の注意を必要としない器具であって、(社)日本照明器具工業会規格（JIL5002-2000）に適合する器具をいう。SGI・SG・SBの断熱施工表示マークは、(社)日本照明器具工業会が示す登録表示である。

(2)　白熱電球用ダウンライトに電球形LEDランプを装着する場合の注意点

白熱電球用ダウンライトの受金（磁器製）付近の温度は100℃を超えても支障がないように設計されているが、電球形LEDランプは5～40℃の範囲で使用されることが条件で設計されている。白熱電球に比べると熱に対するマージンが小さいため、取替える場合は器具内に熱溜まりができないか、換気に必要な空間は十分取れているかなどの検討が必要になる。特に、60形以上の電球形LEDランプは白熱電球に比べると表-6.3.5に示すように寸法が大きくなるため、事前の調査及と熱対策の検討は欠かせない。

(3)　制御装置（電源装置）での注意点

制御装置は内部に電子部品やコンデンサなど放熱対策を必要とする部品を有している。制御装置別置形ダウンライトの場合は、ダウンライトの放熱装置と制御装置の位置関係を検討し、熱溜まりが生じ装置の放熱を阻害したり、放熱装置の熱が伝導して制御装置に影響を及ぼさないような配置にする必要がある。また、制御装置の中には設置する向きによって内蔵の部品に影響を及ぼすことを避けるため設置する方向を指定しているものがあるので、取扱説明書などを読んで理解しておく必要がある。

(4)　電源用ケーブルでの注意点

最近のLED照明器具は放熱対策などを改善され、図-6.4.4に示すようなケーブル外装を剥ぎ取って保護チューブなどを挿入する必要はなくなっているが、LED照明器具の場合は熱伝導による放熱が主であるため、放熱対策が上手く行かない時に電源用ケーブル・電線を伝わって熱発散が起きる場合があるので注意が必要である。

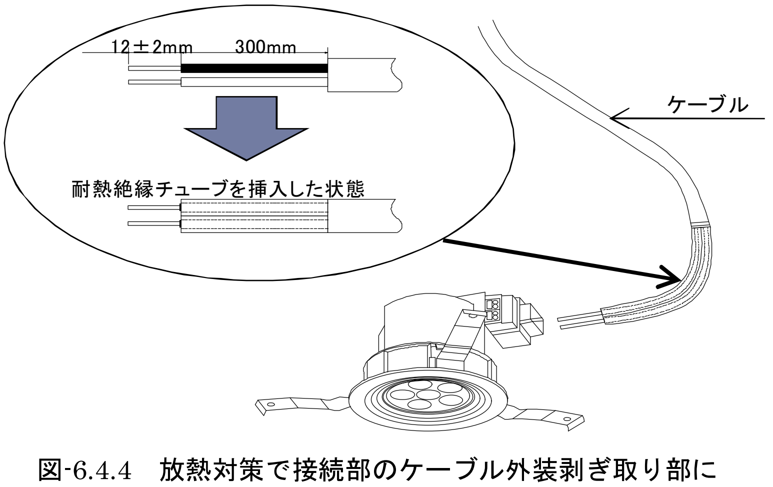


図-6.4.4　放熱対策で接続部のケーブル外装剥ぎ取り部に保護チューブを挿入する例

6.4.2　静電気対策

LED照明器具及びランプは製造工程では各種の帯電防止処置が施されており、器具そのものにも静電気サージを吸収する保護素子が内蔵されるなど、製造段階での実用上の問題は少ないが、輸送時の包装品による摩擦や、施工時の作業者の動作などによって静電気は容易に発生するため、静電気サージ対策を施したLED照明器具及びランプであっても、耐量を超えるサージが印加された場合は破壊に至る可能性があるので注意が必要である。一般的にはLEDチップの静電気に対する耐電圧は200-2,000V程度であるが、静電気放電時には表-6.4.1に示すように数kV-35kVほどになるため、放電時の電流値によってはLEDチップが破壊される可能性がある。

従来光源の蛍光ランプや白熱電球では静電気による故障は考慮されて来なかったが、LED 照明器具及び LED ランプでは静電気を極力発生させないことや、身体が帯電した状態で入力端子部に触ったりしない等の一定の配慮が必要になる。特に冬場の乾燥した状態では高圧の静電気が発生し易いので注意を払っておく。

表-6.4.1　静電気の発生電圧と相対湿度

相対湿度	10～20%	65～90%
カーペット上歩行	35.0kV	1.5kV
ビニル製床歩行	12.0kV	0.25kV
作業台近傍の作業者	6.0kV	0.1kV

「LEDとLED照明の使いこなしのポイント」2012年3月
LED照明器具推進協議会Technical Reportより

6.4.3　器具接続での注意点

(1)　制御装置（電源部）別置形ダウンライトの場合

別置形のダウンライト形 LED の接続方法は、基本的に従来のダウンライト形蛍光灯と接続法は変わらないが、図-6.4.5 に示すように、制御装置と器具本体がケーブルにより分離できないタイプや、コネクタ接続方式で分離できるタイプ等がある。双方とも制御装置の固定方法についても事前検討が必要になる。制御装置器具本体がケーブルにより一体になっているタイプは、器具取付け時に制御装置も同時に取付けるためそれを固定する受け部材を予め天井内に設けておく。一方、制御装置をコネクタ等により分離できるタイプは、天井仕上げ前に天井内に制御装置を取付けることが可能で施工性に長けているが、後から点検できるように取付け方法、取付け位置等を予め検討しておく。

制御装置と器具間の接続ケーブルは付属品として同梱したものを使用するのが原則であるが、制御装置 1 台に対して複数台の器具を接続する場合や、制御装置と器具間の距離などで、以外の電線・ケーブルを使用する場合は、メーカー指定の電線・ケーブルを使用するか同等以上の性能を有する電線・ケーブルを使用する。

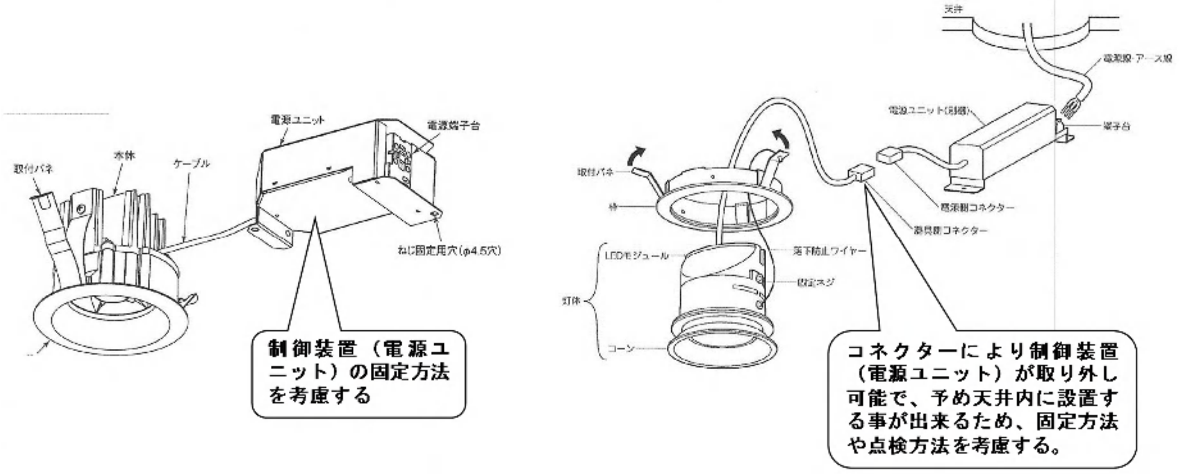


図-6.4.5　制御装置（電源部）別置のダウンライト形 LED 照明

(2)　電源接続時の極性について

制御装置（電源装置）別置形の LED 照明器具の場合は接続時の誤結線に注意する。メーカー指定のコネクタ付ケーブルを使用する場合には誤結線は生じないが、他の電線・ケーブルを使用して接続する時は極性に注意が必要である。LED 照明は極性があり順方向に電流を流さないと点灯しない。一般的に逆方向の耐電圧が低いため、大きな逆電圧が加わると破壊して点灯しなくなる場合はある。

また、制御装置（電源装置）別置形の LED ランプの中にも極性によっては点灯しない製品があるので注意が必要である。

6.4.4　屋外で使用する場合の注意点

1)　直管形 LED ランプや電球形 LED ランプ等、ランプのみを交換して使用するタイプについて

は、防水仕様（防水性能 IPX5 相当以上の性能）以外の LED ランプを使用しない。IPX5 相当の防水性能を有するランプでもグローブの材質によっては耐候性能が不足し、屋外で使用できないものがあるので注意する。

2) 屋外に使用する器具（JISC-8105-1 に規定している防水性能を有する器具）は、一般的に密閉構造であるため、内部の温度上昇が大きく使用条件での内部温度に関しては事前確認が必要である。直射日光による温度上昇がない夜間での使用だけでなく、試験点灯や自動点滅器等の故障時の場合を想定して、昼間に点灯しても支障が生じないように検討する。
3) 器具内の LED モジュールは電子部品であるため、静電気やサージ電圧等の高電圧によりダメージを受ける。取扱時の静電気対策や、誘導雷等のサージ対策を検討する。
4) 振動・衝撃や腐食性ガスの多い場所での使用については対策を講じる。
5) LED 照明器具はヒートシンクや制御装置等の重量物を含むため、組合せて使用するポールや架台等は十分な強度を有する物を使用する。表-6.4.2 に示す JISC-8105-2-3「道路及び街路照明器具に関する安全性要求事項」で規定された速度圧に耐えるものとする。

表-6.4.2　単位面積当たりの耐荷重

取付高さ	単位面積当たりの荷重	備考
6m以下	1.6kN／m2	風速51m相当
6mを超え15m未満	2.3kN／m2	風速60m相当

6) 器具の施工要領書等に指定された取付け方向以外の使用はしない。
7) 器具接続時の口出し線や接続線については熱伝導を考慮して折り曲げない。
8) 接続器具については加熱による影響に耐える信頼性の高い接続器を使用する。

6.4.5　耐震支持及び重量対策

(1)　LED 照明器具の耐震支持の考え方

ベースライト形器具をスラブから支持する工法については、重量の面からも一般的であるが、それに比べてダウンライト形器具は、電球形蛍光ランプや白熱電球を問わず器具付属の引掛け支持金具により天井材に固定するだけで済ませている場合を多く見かける。ダウンライト形 LED 照明器具の場合は、制御装置（電源部）や放熱体（ヒートシンク）など重量が増加する要素があるので注意が必要である。特に、白熱電球タイプのダウンライト形器具をダウンライト形 LED 照明器具にリプレースする場合は事前に重量の確認を行うこと。

表-6.4.3 にダウンライト形 LED と従来品の質量比較を示すが、出始めのダウンライト形器具に比べると、最近のダウンライト形器具はメーカーが制御装置や放熱体に工夫を加え軽量化を図っており、従来品と比べて遜色ない重さになっている。しかし、HID ランプやコンパクト形蛍光ランプ多灯形のダウンライト形器具の代替品として、制御装置や放熱体の大きな高出力ダウンライト形器具なども製作されており、計画及び施工に当たっては、事前に重量の確認と耐震対策の有無の検討は必要である。

重量が増加するということは、長期応力荷重に対する天井下地強度への問題が考えられ、短期応力である地震に対する耐震支持対策※13 を確実に行わなければならないことになる。公共建築工事標準仕様書（電気設備工事編）では、その両方を考慮する必要があるとしている。長期応力荷重で例え落下しなかったとしても脱落に至ることは想定され、脱落により器具の破損や、端子部に応力が掛かることによる破損で、短絡や電気的接続が不完全になり発火する等の危険性も生じる。一方、短期荷重である地震では、器具の落下などによる人身災害に至るおそれを考慮する必要がある。

注記.　※13　照明器具の被害は建物の機能には、大きな障害にはならないが、殆どの照明器具が天井に取り付けられているため、その被害の 47%を落下が占めていた。アンケート調査の数字からは判別できないが、

重量の軽いダウンライトの脱落が多く、電線にぶら下がっていて、落下に至っていない器具が多数あったようである。しかし、落下は２次災害の心配があり、昼間の時間帯に地震が起きておれば、多くの人が被害を受けていたと思われ、照明器具の落下防止対策が必要である。
「語り継ぐ電気設備の震災対策（阪神・淡路大震災に学ぶ）　編集：電気設備の震災教訓調査委員会」より抜粋。

また、LED 照明器具は従来の照明器具と異なり、長寿命であるランプの交換をほとんど考慮する必要がない。このため従来の器具ではランプ交換時に、取付け具合の確認などを行っていた点検作業が無くなり、気が付かないまま支持金具の緩みなどで脱落又は落下するなどのことも想定されるので、その点を考慮して取付ける必要がある。

表-6.4.3　ダウンライト形 LED 照明器具と従来品の質量比較

メーカ	LED型式	W相当	質　量	
			LED照明	従来光源
P社	40形	白熱灯40W形器具相当	0.3 kg	0.3 kg
	60形	パルックボール15W形器具相当	0.6 kg	0.4 kg
	100形	コンパクト形蛍光灯FDL27W形器具相当	0.8 kg	0.9 kg
	150形	コンパクト形蛍光灯FHT32W形器具相当	0.8 kg	0.9 kg
	200形	コンパクト形蛍光灯FHT42W形器具相当	0.8 kg	1.1 kg
	350形	コンパクト形蛍光灯FHT42W×2形器具相当	1.8 kg	
	550形	コンパクト形蛍光灯FHT42W×3形器具相当	2.1 kg	
	750形	コンパクト形蛍光灯FHT57W×3形器具相当	3.9 kg	
	1000形	コンパクト形蛍光灯FHT42W×4形器具相当	5.2 kg	
T社	300ｼﾘｰｽﾞ	白熱灯器具40W相当	0.3 kg	0.3 kg
	500ｼﾘｰｽﾞ	白熱灯器具60W相当	0.3 kg	0.3 kg
	1000ｼﾘｰｽﾞ	コンパクト形蛍光灯FHT24W形器具相当	0.7 kg	0.7 kg
	1500ｼﾘｰｽﾞ	コンパクト形蛍光灯FHT32W形器具相当	0.9 kg	0.9 kg
	2000ｼﾘｰｽﾞ	コンパクト形蛍光灯FHT42W形器具相当	0.9 kg	0.9 kg
	3500ｼﾘｰｽﾞ	コンパクト形蛍光灯FHT42W×2形器具相当	1.0 kg	
	6000ｼﾘｰｽﾞ	コンパクト形HID70W形器具相当	2.0 kg	
	7500ｼﾘｰｽﾞ	コンパクト形蛍光灯FHT57W×3形器具相当	2.8 kg	
M社	クラス60	白熱灯器具60W相当	0.9 kg	0.4 kg
	クラス100	コンパクト形蛍光灯FHT24W形器具相当	0.9 kg	0.8 kg
	クラス150	コンパクト形蛍光灯FHT32W形器具相当	0.9 kg	0.8 kg
	クラス200	コンパクト形蛍光灯FHT42W形器具相当	0.9 kg	0.9 kg
	クラス350	コンパクト形蛍光灯FHT42W×2形器具相当	2.7 kg	2.0 kg
	クラス550	コンパクト形蛍光灯FHT42W×3形器具相当	2.8 kg	2.5 kg
	クラス700	コンパクト形蛍光灯FHT42W×3形器具相当	4.9 kg	2.5 kg
	クラス900	コンパクト形蛍光灯FHT42W×4形器具相当	4.9 kg	2.6 kg

(2)　公共建築工事標準仕様書に準拠した施工法

図-6.4.6 に示すように、公共建築設備工事標準図ではダウンライトの重量により支持方法が定められているが、このことは意外と知られておらず、天井材に直接支持するだけでの仕様書に準拠した施工が行われていないことが見受けられた。この基準では、1.5kg 以下の器具では天井材だけの支持で構わないが、1.5kg を超える器具では天井材支持に併せて脱落防止チェーンの取付けとなっており、3kg を超える器具ではスラブから直接器具をサポートすることになっている。

表-6.4.3 では製造業者呼称のコンパクト蛍光ランプ FDL27W・FHT32W や FHT42W 相当の高出力器具で重量が 1.0kg を超えるものがあるが、公共建築工事標準図に記載されている基準を意識して 1.5kg を超える器具は少ない。地震時の安全性を考えると 1.5kg 未満の器具であっても施設の重要性等を考慮して、落下防止チェーン等の耐震対策を採ることが望ましい場合もある。また、6.1.2 項でも記述したように制御装置別置形の器具の場合は、地震等の振動で装置が動き回り天井材を傷付けたり配線接続部に不要な張力をかける場合があるので、制御装置を天井材に乗せるだけでなく野縁や野縁受等に固定することも必要である。

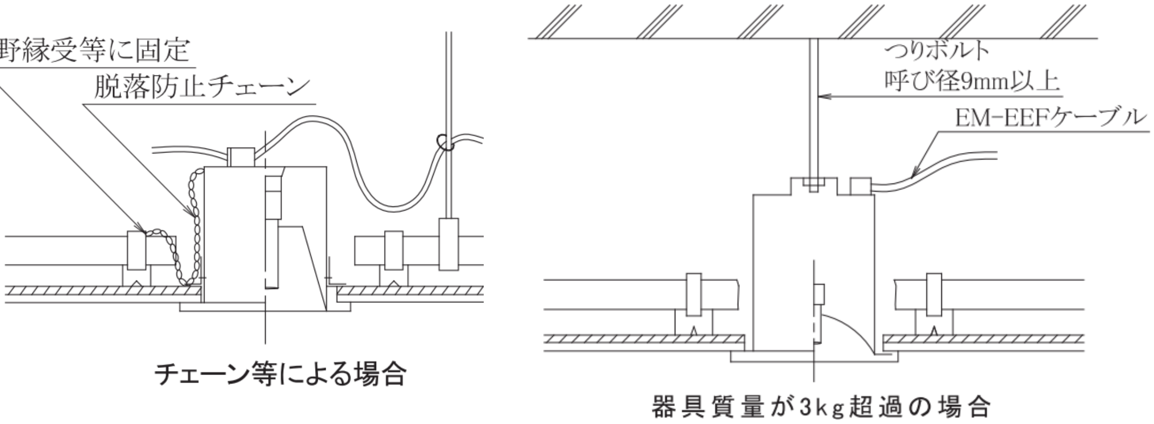


図-6.4.6　電気設備工事標準図抜粋　　（社）公共建築協会より

(3)　天井の耐荷重と施工について

1)　在来天井の場合

照明器具の支持方法としてスラブからの固定は、ベースライト形等の 3kg を超える器具について一般的に採用されていたが、1.5kg 未満のダウンライト形器具では、軽量であるため特に重量を考慮せず、天井材に荷重をかける方法のみによる支持が行われていた。在来工法の場合は下地ボードの支持方法や支持間隔並びに材料質、天井ボード自体に加わる荷重分布や、天井ボードの切り込み寸法により様々に変化する耐荷重を厳密に定義するのは困難なため、天井材の耐荷重について天井材メーカーからは明確な耐荷重を公表されていない。一つの目安として JIS A 6901 : 2005 において規定されている「せっこうボード製品の曲げ強度試験」の結果から(2)で記述した公共建築工事標準仕様書に準拠した施工法で問題ないと判断できる※14。

注記. ※14　図-6.4.7 に曲げ強度試験の方法を示すが、ボードの両端を支持棒の上に載せ、中央全スパンに集中荷重を加え、破壊したときの荷重値を測定することになっている。曲げ強度試験の結果を図-6.4.8 と図-6.4.9 に示すが、石膏ボードは薄いものはたわみが大きく、支持間隔が広いものもたわみが大きい。この数値は器具を取付けるための石膏ボード自体への切込み位置や大きさが考慮されてない場合であり、実際はこの試験結果に加えて、切り込み時の位置や大きさを考慮した多種類の試験をはじめ、天井材への長期荷重についても考慮しなくてはならない。従って、数十年後の時間的経過を想定し器具の支持方法を決定することは大変困難であ

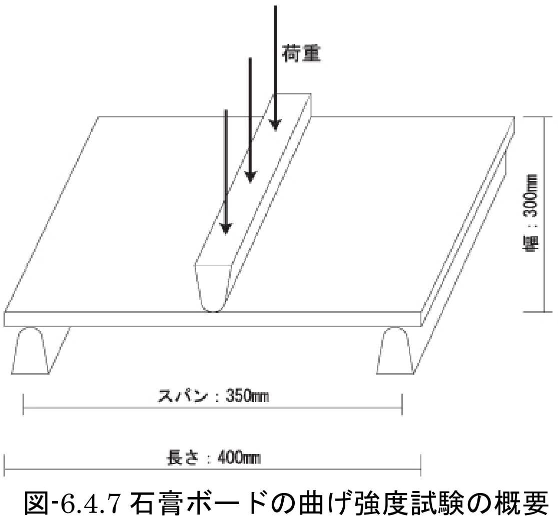


図-6.4.7 石膏ボードの曲げ強度試験の概要

（(社）石膏ボード工業会ＨＰより抜粋）

るが、図-6.5.8, 図-6.5.9 の石膏ボードの強度試験での荷重 20kg 以下のたわみ量から判断すると、3.0kg を超えない器具であれば、仕様書に準拠した施工法で問題ないと判断できる。

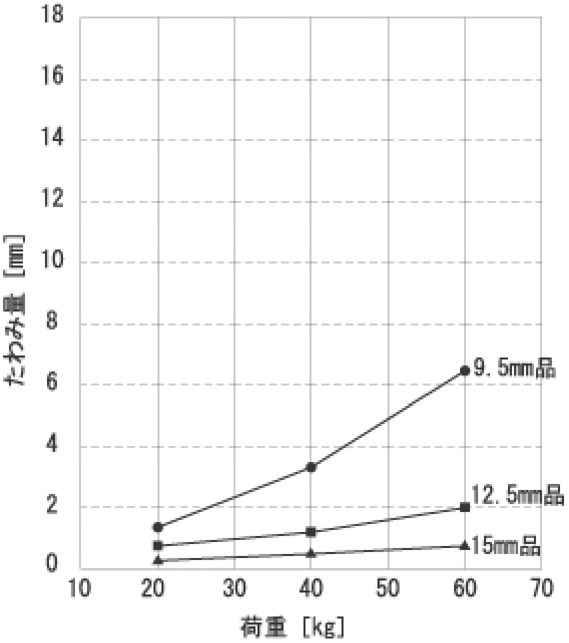


図-6.4.8 石膏ボードの曲げ強度試験の結果
支持間隔が 303mm の場合
((社) 石膏ボード工業会ＨＰより抜粋)

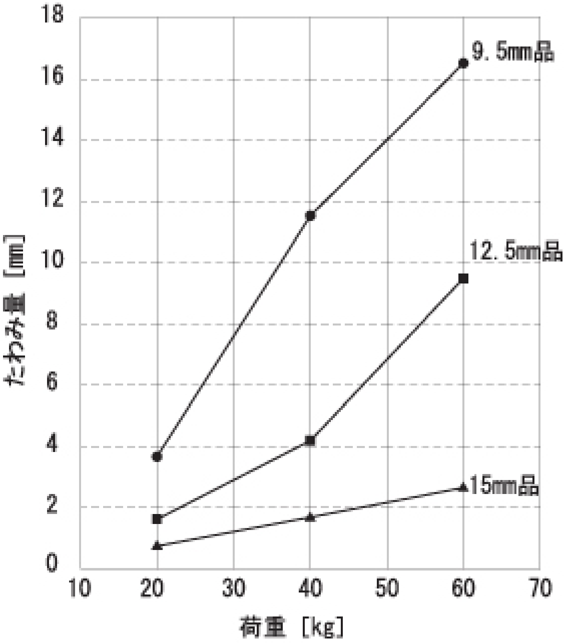


図-6.4.9 石膏ボードの曲げ強度試験の結果
支持間隔が 455mm の場合
((社) 石膏ボード工業会ＨＰより抜粋)

2) システム天井の場合

システム天井は吊り間隔が長く、仕上げボード 1 枚だけでの施工になるため、たわみに関しては注意が必要になる。システム天井のメーカーの中には、照明器具等、直に天井に荷重をかける器具に対しての耐荷重を公表しているものがあり、1.0kg 未満の器具については天井材に補強を施すことにし、1.0kg を超える器具に対しては別途支持を要求している。添付参考資料-7「天井材への荷重負担について」に記載のメーカー報告書を参照されたい。

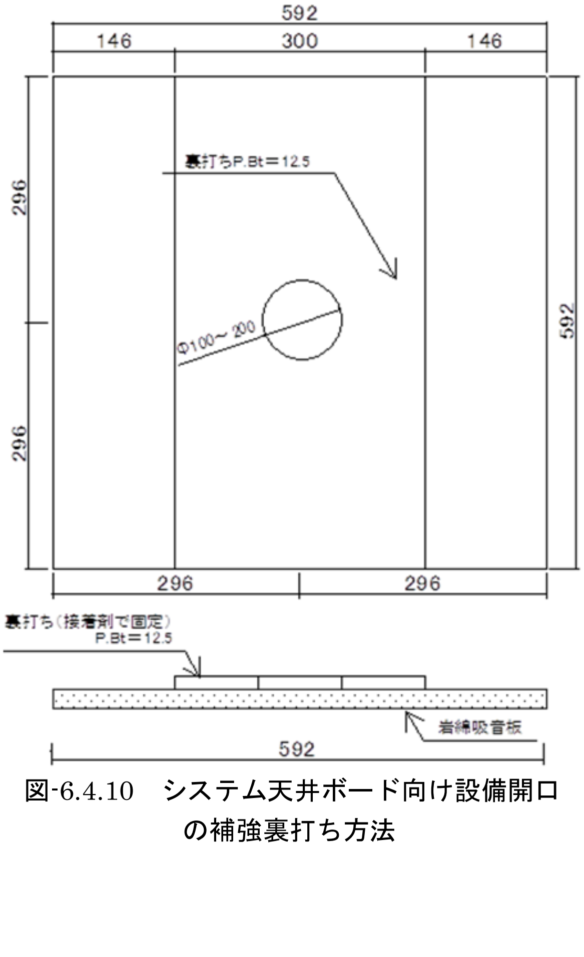


図-6.4.10 システム天井ボード向け設備開口の補強裏打ち方法

参考文献

1) 「電球形 LED ランプ性能表示等のガイドライン解説」ガイド-008-2011⑵,p2,（一社）日本電球工業会
2) 「直管蛍光ランプ形 LED ランプなどの装着時、蛍光灯照明器具改造での注意点」,p2, JLA2004:2010/7,（一社）日本照明器具工業会

7章　設計と施工の実務

LED 照明は、従来光源の白熱電球や蛍光ランプ・放電灯（HID ランプ）と異なり、半導体結晶の中で電気エネルギーが直接光に変化する仕組みを応用した固体光源で、可能性を含め従来光源等とは一線を画するところはあるが、現段階では従来光源の代替光源としての役割が優先していることもあり、設計並びに施工の流れについては大きな変化はない。従って、本項では従来光源の照明器具に則した流れで導入フローを整理した。

7.1 章には設計の実務として、設計の流れをフローで示すと共に、従来光源と異なる点を中心に、LED 照明の照度計算の実際について実例を交えて記述している。また、7.2 章には施工の実務として、工事着手から施工計画、購買・資材管理計画、機器搬入、試験・検査、アフターフォローまでの流れをフローで示すと共に、LED 照明器具の注意点を中止に記述している。

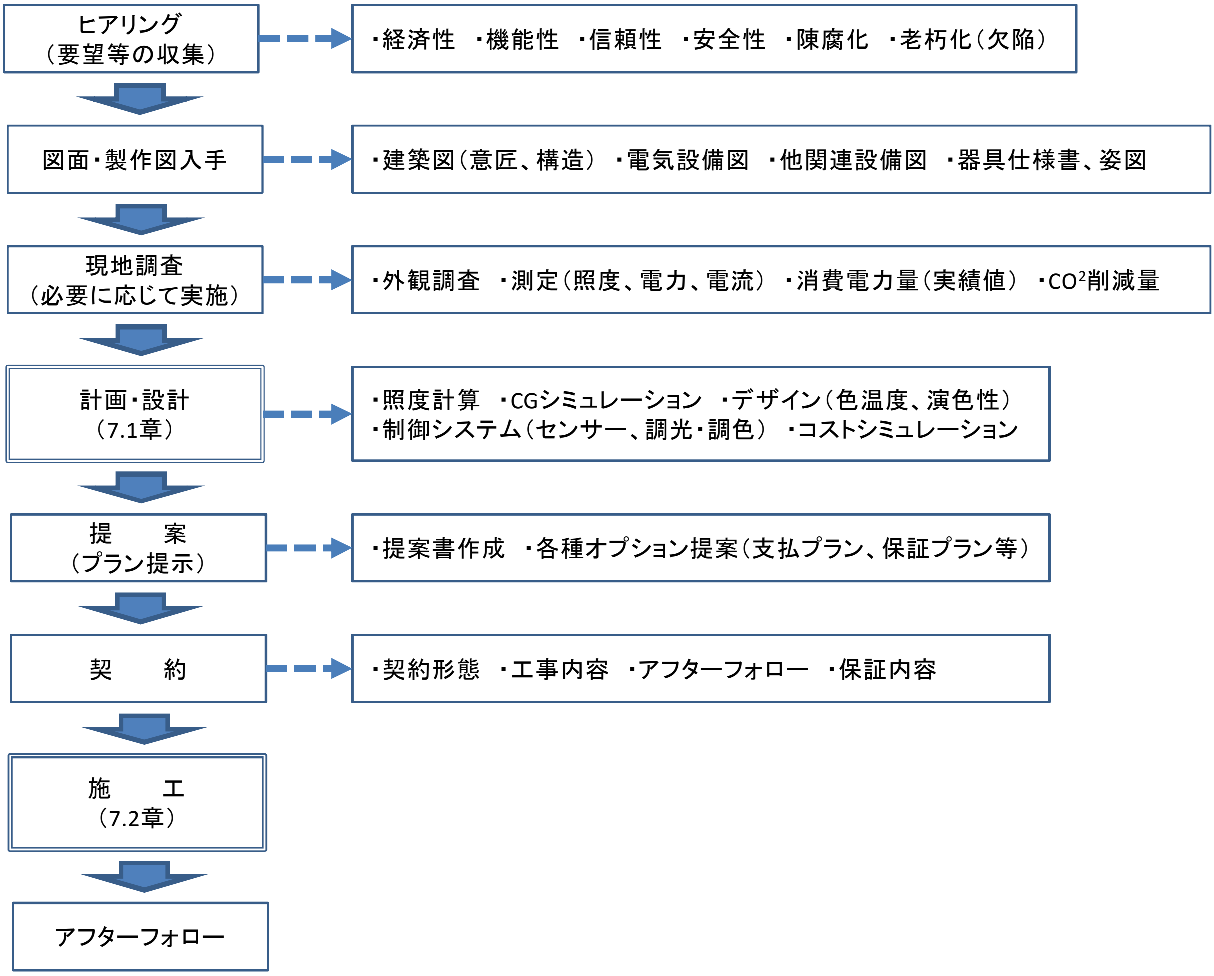


図-7.1.1　LED 照明の導入フロー

7.1　設計の実務

照明設計は、施設や被写体の目的や用途に適合した視環境を作り出すために行うものである。従って、施設や対象となる物の目的や用途を明確にして、これにふさわしい照明設計を行うことが重要になるが、LED 照明は新たな光源であるため、正しい使い方を理解されないまま使用される弊害が見受けられる。本項では LED 照明による設計を進める上で、従来光源の器具とはどこが異なるか理解してもらうため記述する。尚、照度計算の注意点については、6.5.1 章(1)項に記載しているので参照されたい。

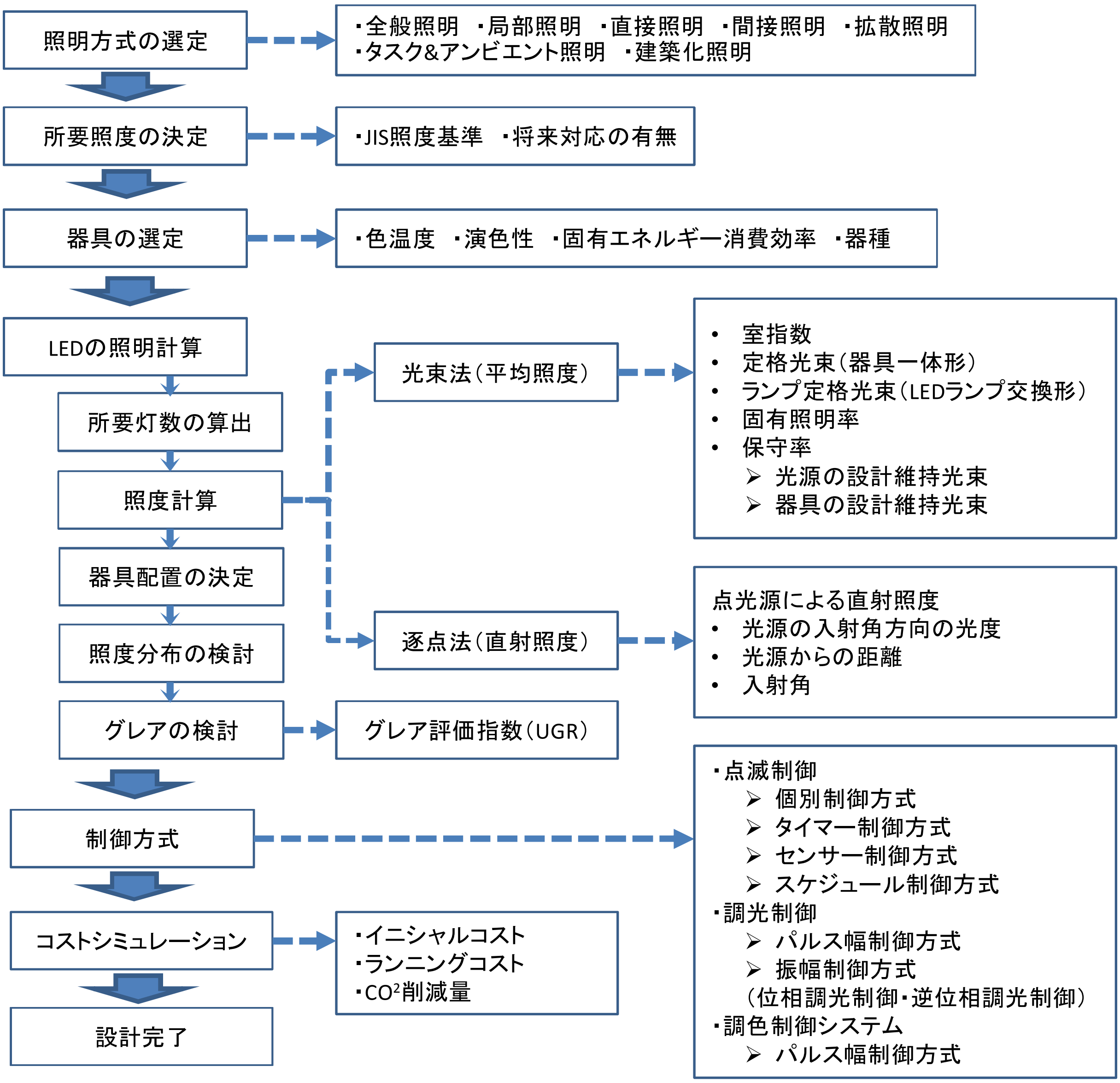


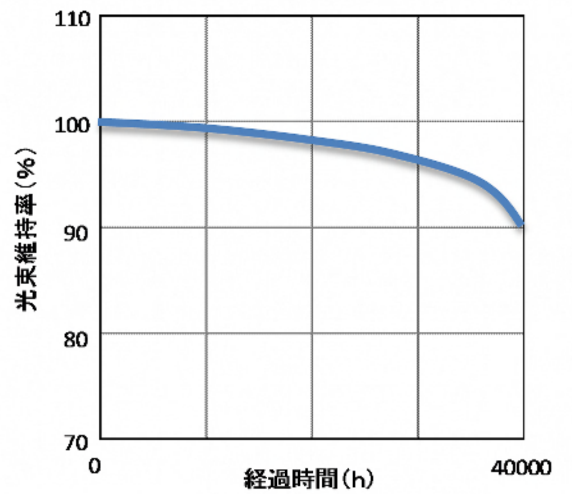
図-7.1.2　LED 照明の設計フロー

7.1.1　LED 照明の照度計算

LED 照明の照度計算は従来型蛍光灯と同様に光束法により可能であるが、LED 特有の保守率や照明率を使用する必要がある。表-7.1.3 に Hf 蛍光灯ベースライトと一体型 LED ベースライトの計算方法の比較（違い）を示す。また以下に例として、一体型 LED ベースライト LRS3-6300 を用いた場合の LED 照明の照度計算の考え方を示す。平均照度 E の算出は次式を用いて計算を行う。

$$E = F' \times M \times U_0 \times N / A$$

E　：平均照度〔lx〕
F'　：定格光束
M　：保守率
U_0　：固有照明率
N　：台数
A　：面積〔㎡〕



参考文献：(一社)日本照明工業会　JIL5004
公共施設用照明器具 2013 年版改定説明会資料より

図-7.1.1　光源の設計光束維持率

(1) 定格光束 F'

照明器具製造業者が規定する条件で点灯した場合の LED 照明器具から放出される光束として製造業者が指定した値で、JIS C8105-3 附属書 A　LED 照明器具性能要求事項に規定されている。

(2) 保守率 M

保守率＝
光源の設計光束維持率×器具の設計光束維持率（汚れ）
・光源の設計光束維持率：各メーカー値による
・器具の設計光束維持率：0.85（表-7.1.1 より下面解放形、周辺環境が普通の場合）

(3) 維持光束について

維持光束は、定格光束に保守率を乗じたもので、照明設計で用いる光束である。

維持光束＝定格光束 F'×保守率 M

【上記例】

保守率＝0.90×0.85＝0.77
定格光束が 6300 lmのとき
維持光束＝6300×0.77＝4851 lm

表-7.1.1　屋内に設置した照明器具の設計光束維持率

照明器具種類	良い	普通	悪い
露出形	0.98	0.95	0.9
下面開放形	0.9	0.85	0.75
簡易密閉形	0.85	0.8	0.75
完全密閉形	0.95	0.9	0.85

（照明学会技術指針　JIEG-001 より）

(4) 固有照明率 U_0 （照明工業会 HP 掲載）

固有照明率は、室指数を計算で求めた結果より、表-7.1.2 の JIL5004-2012　LED 照明器具の固有照明率を求める。

$$室指数 = \frac{X \cdot Y}{H \cdot (X+Y)}$$

【例】室指数を 3.76 とすると、表 7.1.1 の
固有照明率 U_0 及び表-7.1.2 の算出例より、

固有照明率　U_0 =0.91

表-7.1.2　固有照明率の算出例

室指数	固有照明率 U_0	固有照明率算出結果
3.00	0.87	0.87+(0.92-0.87)×(3.76-3.0)≒0.91
4.00	0.92	

表-7.1.3　計算方法の比較（Hf 蛍光灯ベースライトと LED ランプ一体形ベースライト）

Hf蛍光灯ベースライト			LEDベースライト			備考
項目	記号	数値	項目	記号	数値	
ランプ定格	F	9,900	器具定格光束	F1	6,300	
			光源の設計光束維持率	a	0.9	寿命時間における光束維持率
			器具の設計光束維持率	B	0.85	器具汚れによる維持率
保守率	M	0.69	保守率	a×b	0.77	
維持光束	F×M	6,831	維持光束	F1×a×b	4,851	
間口	X	11.7	間口	X	11.7	
奥行	Y	18.3	奥行	Y	18.3	
高さ	Z	2.7	高さ	Z	2.7	
作業面高さ	H1	0.8	作業面高さ	H1	0.8	
光源の高さ	H=Z－h1	1.9	光源の高さ	H=Z－h1	1.9	
室指数	X・Y/H(X+Y)	3.76	室指数	X・Y/H(X+Y)	3.76	
反射率　天井		70%	反射率　天井		70%	
反射率　壁		50%	反射率　壁		50%	
反射率　床		10%	反射率　床		10%	
照明率	U	0.68	固有照明率	U0	0.91	
台数	N	36	台数	N	36	
照度	E-F・M・U/X・Y	781	照度	E=F1・a・b・U0・N/X・Y	742	

表-7.1.4　　JIL5004-2012LED 器具の固有照明率

機種	室指数									
	0.60	0.80	1.00	1.25	1.50	2.00	2.25	3.00	4.00	5.00
LRS1-950LM	0.53	0.63	0.71	0.77	0.82	0.88	0.92	0.95	0.98	1.00
LRS1-1400LM	0.53	0.62	0.70	0.78	0.82	0.89	0.92	0.95	0.98	0.99
LRS1-1900LM	0.52	0.62	0.70	0.78	0.82	0.88	0.92	0.95	0.98	0.98
LRS1-3300LM	0.54	0.62	0.70	0.78	0.81	0.87	0.92	0.94	0.97	0.99
LRS1-5000LM	0.54	0.62	0.70	0.78	0.81	0.88	0.91	0.94	0.97	0.99
LRS1-6800LM	0.57	0.64	0.72	0.79	0.83	0.88	0.92	0.95	0.98	1.00
LRS1-8600LM	0.57	0.64	0.72	0.79	0.83	0.88	0.92	0.95	0.98	1.00
LDS2-LRSI-950LM	0.50	0.61	0.70	0.76	0.81	0.87	0.90	0.92	0.95	0.97
LDS2-LRSI-1400LM	0.51	0.61	0.71	0.76	0.81	0.87	0.90	0.92	0.95	0.97
LDS2-LRSI-1900LM	0.50	0.61	0.70	0.76	0.81	0.86	0.90	0.92	0.95	0.97
LRS2-12000LM	0.74	0.84	0.88	0.91	0.93	0.97	0.98	1.00	1.00	1.00
LRS2-18000LM	0.74	0.84	0.87	0.91	0.93	0.97	0.98	1.00	1.00	1.00
LRS3-6300LM	0.41	0.50	0.59	0.66	0.71	0.78	0.83	0.87	0.92	0.94
LRS4-6300LM	0.4	0.51	0.58	0.65	0.69	0.76	0.81	0.85	0.89	0.92
LSS1-3150LM	0.39	0.48	0.57	0.63	0.68	0.78	0.83	0.84	0.87	0.91

備考1　反射率は天井：70%、壁：50%、床：10%とする。
備考2　固有照明率とは照明施設の基準面に到達する光束の、個々の照明器具からの全光束の総和に対する比率を云う。

参考文献：JIL5004-2012LED 照明器具の固有照明率一覧について　20130227 最新版

7.1.2　JIL5004「**公共施設用照明器具**」2013 **年版の改定概要**

2013 年 4 月に JIL5004 公共施設用照明器具が改定された。これは省エネルギー、環境性の観点から LED 照明器具の利用促進を目的に機種拡充を行ったものである。以下に、主な改定内容を示す。

(1)　LED 照明器具の機種拡充

省エネルギー、環境性の観点から LED 照明器具の利用促進を目的に機種拡充を行う。

① LED ダウンライトのフルラインナップ化により、従来の蛍光灯ダウンライト、HID ダウンライトを中止し、LED 機種へ全面シフトを図った。

② ベース照明となる執務室用途向け LED 機種を新たに追加した。

③ 屋外用に LED 街路灯及び LED 防犯灯を追加した。

(2)　LED 制御装置の種類拡充

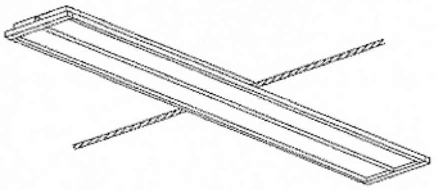
① LED の特性を生かし、省エネ効果を発揮するため、初期照度補正形（LJ）を追加した。

② 照明制御との組合せを可能とした連続調光形（LX）を追加した。

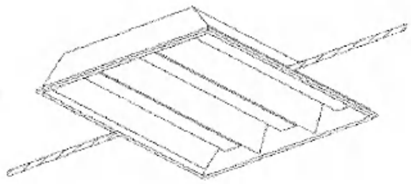
(3)　**公共施設用照明器具の仕様**（JIL5004-2012：**抜粋**）

執務室用途向け LED ベースライトの場合

LRS3



LRS4



■摘要　（LRS3、LRS4 共通）

① LED モジュールの寿命は、40,000 時間以上とし、光源の設計光束維持率は 80%以上とする。

② 維持光束（定格光束に保守率を乗じたもの）は、4800 lm以上とする。但し、維持光束の上限値は 8%以内とする。尚、照明器具の設計光束維持率は 85%の場合とする。

③ 光源色は相関色温度：4600K～5500K（昼白色）とする。

④ 平均演色性評価数（Ra）は 80 以上とする。

⑤ グレア分類は G1b 以上とする。

⑥ LED 制御装置を内蔵とする。

⑦ 光源部は容易に交換できない構造のものとする。

⑧ 蛍光灯と相関性を有する口金をもつものは対象外とする。

⑨ LED 制御装置の種類は初期照度補正形（LJ）又は連続調光形（LX）とする。

口金・ソケットを有するものは対象外※
直管 LED ランプ器具は対象外

7.1.3　**設計の実例**

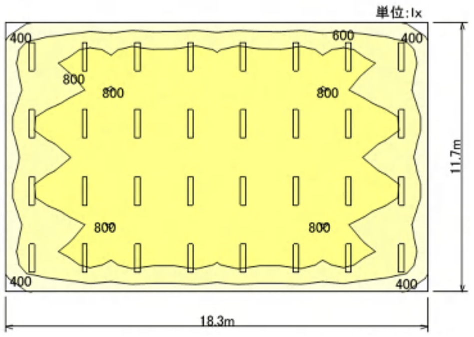
設計実例として、従来光源の Hf 蛍光灯埋込型ベースライトと LED ランプ一体形埋込型ベースライトの性能比較及びを Hf 蛍光灯直付型ベースライトと LED ランプ交換形直付型ベースライト比較を行った結果を示す。表-7.1.4(1)、(2)には照度計算、照度分布図及び配光曲線の比較を、表-7.1.5(1)、(2)には各消費電力量から削減電力量と削減 CO2 排出量の比較を示す。また、表-7.1.6(1)、(2)には経済計算（イニシャルコスト・ランニングコスト）の比較を示す。

（1）　性能比較

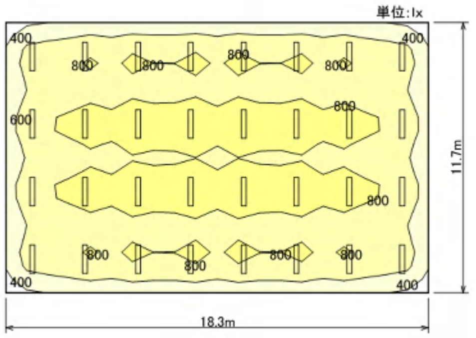
表-7.1.5(1)　Hf 蛍光ランプベースライト形(埋込型)と LED ランプ一体形ベースライト形(埋込型)の性能比較

Hf蛍光ランプ ベースライト形(下面開放型Hf32W-2灯用)			ランプ一体形 ベースライト形(下面開放型Hf32W-2灯用相当)		
型式(A社)	FSA42700A（FRS26-322）		型式(A社)	埋込XL962EFVK	
	式	数値		式	数値
電圧(V)		100～242	電圧(V)		100～242
重量(Kg)		3.6	重量(Kg)		4.3
器具サイズ(mm)		250×1,251	器具サイズ(mm)		240×1,254
ランプ定格光束F(lm)	F	9,900			
			器具定格光束	F1	6,900
			光源の設計光束維持率	a	0.9
			器具の設計光束維持率	b	0.85
保守率	M	0.69	保守率	a×b	0.77
維持光束(lm)	F×M	6,831	維持光束(lm)	F1×a×b	5,313
間口	X	18.3	間口	X	18.3
奥行	Y	11.7	奥行	Y	11.7
高さ	Z	2.7	高さ	Z	2.7
作業面高さ	H1	0.8	作業面高さ	h1	0.8
光源の高さ	H＝Z-h1	1.9	光源の高さ	H＝Z-h1	1.9
室指数	X・Y/H（X+Y）	3.76	室指数	X・Y/H（X+Y）	3.76
反射率　天井		70%	反射率　天井		70%
反射率　壁		50%	反射率　壁		50%
反射率　床		10%	反射率　床		10%
照明率	U	0.763			
			固有照明率	U_0	0.91
台数	N	32	台数	N	32
照度	E＝F・M・U・N/X・Y	779	照度	E＝F1・a・b・U_0・N/X・Y	723
色温度(K)		5,000	色温度(K)		5,000
平均色評価指数	Ra	84	平均色評価指数	Ra	83
最小照度(lx)	E_{min}	293	最小照度(lx)	E_{min}	271
平均照度(lx)	$E_{average}$	783	平均照度(lx)	$E_{average}$	726
均斉度	$E_0=E_{min}/E_{average}$	0.374	均斉度	$E_0=E_{min}/E_{average}$	0.373
上方光束(lm)		0	上方光束(lm)		0
下方光束(lm)		8,177	下方光束(lm)		6,893

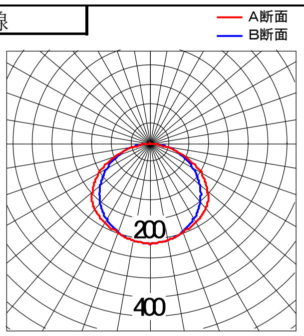
照度分布図



照度分布図



配光曲線



配光曲線

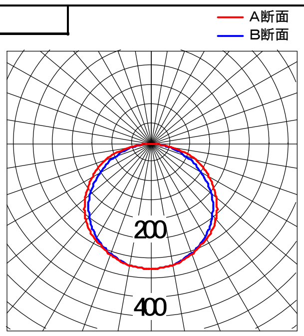
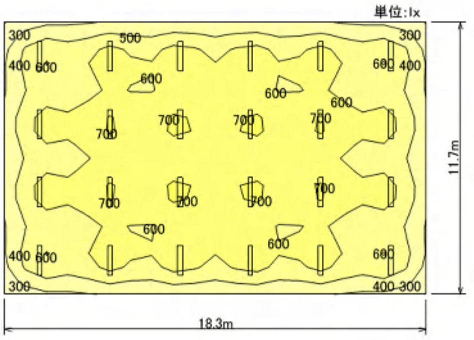


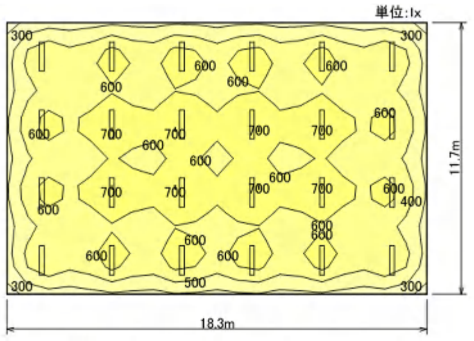
表-7.1.5(2)　Hf 蛍光ランプベースライト形(直付型)と LED ランプ交換形ベースライト形(直付型)の性能比較

Hf蛍光ランプ ベースライト形(V型Hf32W-2灯用)			直管LEDランプ ベースライト形(V型Hf32W-2灯用相当)		
型式(A社)	FSA42001F（官電協FSS9-322）		型式(A社)	NNF42001	
	式	数値		式	数値
電圧(V)		200	電圧(V)		100～242
重量(Kg)		2.3	重量(Kg)		2.7
器具サイズ(mm)		200×1,250	器具サイズ(mm)		200×1,250
ランプ定格光束F(lm)	F	9,900			
			器具定格光束	F1	6,660
			光源の設計光束維持率	a	0.9
			器具の設計光束維持率	b	0.95
保守率	M	0.69	保守率	a×b	0.86
維持光束(lm)	F×M	6,831	維持光束(lm)	F1×a×b	5,694
間口	X	18.3	間口	X	18.3
奥行	Y	11.7	奥行	Y	11.7
高さ	Z	2.7	高さ	Z	2.7
作業面高さ	h1	0.8	作業面高さ	h1	0.8
光源の高さ	H＝Z-h1	1.9	光源の高さ	H＝Z-h1	1.9
室指数	X･Y/H（X+Y）	3.76	室指数	X･Y/H（X+Y）	3.76
反射率　天井		70%	反射率　天井		70%
反射率　壁		50%	反射率　壁		50%
反射率　床		10%	反射率　床		10%
照明率	U	0.749			
			固有照明率	U_0	0.91
台数	N	24	台数	N	24
照度	E＝F･M･U･N/X･Y	574	照度	E＝F1･a･b･U_0･N/X･Y	581
色温度(K)		5,000	色温度(K)		5,000
平均色評価指数	Ra	84	平均色評価指数	Ra	84
最小照度(lx)	E_{min}	296	最小照度(lx)	E_{min}	262
平均照度(lx)	$E_{average}$	581	平均照度(lx)	$E_{average}$	557
均斉度	E_0=E_{min}/$E_{average}$	0.509	均斉度	E_0=E_{min}/$E_{average}$	0.470
上方光束(lm)		1,822	上方光束(lm)		1,012
下方光束(lm)		7,296	下方光束(lm)		5,501

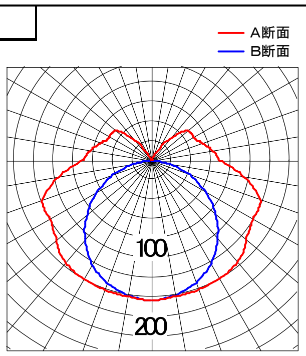
照度分布図



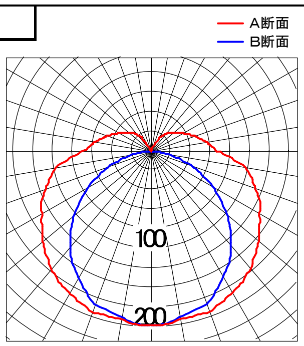
照度分布図



配光曲線



配光曲線



(2)　電力量比較

表-7.1.6(1)　ベースライト形（埋込型）の従来光源と LED 照明の削減電力量の比較

	更新前	更新後
品名・品質形状	Hf蛍光ランプ ベースライト形 （埋込型　Hf32W-2灯用）	LEDランプ一体形 ベースライト形 （埋込型Hf32W-2灯用相当）
数量［台］	32	32
消費電力［W］	87	62
点灯時間［h/日］	10	10
年間稼働日数［日/年］	300	300
年間消費電力量［kWh/年］	8,352	5,952
年間削減消費電力量［kWh/年］ （更新前－更新後）	2,400	
年間削減電気料金［円/年］	38,400	
削減CO2排出量［t/年］	0.9	
備考		

注記.　1．電力料金　　16.0［円／kWh］（フラットレート値：参考）
　　　2．CO2 排出原単位　　0.375［kg-CO2／kWh］（東京電力㈱2010 年実排出係数とし、
　　　　炭素クレジットを反映する前の数値）

表-7.1.6(2)　ベースライト形（直付型）従来光源と LED 照明の削減電力量比較の比較

	更新前	更新後
品名・品質形状	Hf蛍光ランプ ベースライト形 （V型　Hf32W-2灯用）	LEDランプ交換形 ベースライト形 （V型Hf32W-2灯用相当）
数量［台］	24	24
消費電力［W］	88	71
点灯時間［h/日］	10	10
年間稼働日数［日/年］	300	300
年間消費電力量［kWh/年］	6,336	5,112
年間削減消費電力量［kWh/年］ （更新前－更新後）	1,224	
年間削減電気料金［円/年］	19,584	
削減CO2排出量［t/年］	0.5	
備考		

注記.　1．電力料金　　16.0［円／kWh］（フラットレート値：参考）
　　　2．CO2 排出原単位　　0.375［kg-CO2／kWh］（東京電力㈱2010 年実排出係数とし、
　　　　炭素クレジットを反映する前の数値）

(3)　経済比較

表-7.1.7(1)　埋込型ベースライトの経済計算比較　(LED 照明は LED ランプ一体形)

		照明器具の種類		単位	従来光源器具	LED照明器具
					Hf蛍光ランプ ベースライト形 (埋込型Hf32W -2灯用)	LEDランプ一体形 ベースライト形 (埋込型Hf32W-2灯用相当)
a		台　　数		台	32	32
b		器具単価		円/台	28,000	36,000
c		取付工事費		円/台	2,980	2,980
d		イニシャルコスト　合計	a×(b+c)	円	991,360	1,247,360
ランプ交換費	e	ランプ個数		本	108	-
	f	ランプ単価		円/本	1,680	-
	g	ランプ寿命		h	12,000	40,000
	h	交換ランプ費	f×n×e÷g	円/年	45,360	-
	i	交換人件費(1本あたり)		円/本	200	-
	j	交換人件費(年間)	n×e÷g×i	円/年	5,400	-
電力費	k	器具電力		W/台	87	62
	l	総電力	k×a/1000	kW	2.8	2.0
	m	電力単価		円/kWh	16	16
	n	年間点灯時間		h/年	3,000	3,000
	o	総電力費	1×m×n	円/年	133,632	95,232
ランニングコスト　合計			h+j+o	円/年	184,392	95,232
CO2排出量			1×n×CO2排出係数	t/年	3,132.0	2,232.0
年間CO2削減量				t/年	900	
年間電力費削減金額			(従来)-(LED)	円/年	38,400	
備　　　考						

注記.　1．電力料金　　16.0［円／kWh］（フラットレート値：参考）

2．CO2 排出原単位　　0.375［kg-CO2／kWh］（東京電力㈱2010 年実排出係数とし、炭素クレジットを反映する前の数値）

表-7.1.7(2)　直付型ベースライトの経済計算比較(LED 照明は LED ランプ交換形)

		照明器具の種類		単位	従来光源器具	LED照明器具
					Hf蛍光ランプ ベースライト形 (V型　Hf32-2灯用)	LEDランプ交換形 ベースライト形 (V型　Hf32 -2灯用相当)
a		台数		台	24	24
b		器具単価		円/台	15,300	41,500
c		取付工事費		円/台	2,980	2,980
d		イニシャルコスト　合計	a×(b+c)	円	438,720	1,067,520
ランプ交換費	e	ランプ個数		本	108	-
	f	ランプ単価		円/本	1,680	-
	g	ランプ寿命		h	12,000	40,000
	h	交換ランプ費	f×n×e÷g	円/年	45,360	-
	i	交換人件費(1本あたり)		円/本	200	-
	j	交換人件費(年間)	n×e÷g×i	円/年	5,400	-
電力費	k	器具電力		W/台	88	71
	l	総電力	k×a/1000	kW	2.1	1.7
	m	電力単価		円/kWh	16	16
	n	年間点灯時間		h/年	3,000	3,000
	o	総電力費	1×m×n	円/年	101,376	81,792
ランニングコスト　合計			h+j+o	円/年	152,136	81,792
CO2排出量			1×n×CO2排出係数	t/年	2,376.0	1,917.0
年間CO2削減量				t/年	459	
年間電力費削減金額			o(従来)-o(提案)	円/年	19,584	
備考						

注記.　1．電力料金　　16.0［円／kWh］（フラットレート値：参考）

2．CO2 排出原単位　　0.375［kg-CO2／kWh］（東京電力㈱2010 年実排出係数とし、炭素クレジットを反映する前の数値）

7.2　施工の実務

施工の実務の流れでは、LED 照明も従来光源器具と大きな違いはない。但し、工事の中では LED 照明の特性を理解して対応しなければいけない事項もあるので注意が必要である。図-7.2.1 に LED 照明の施工フローを示す。

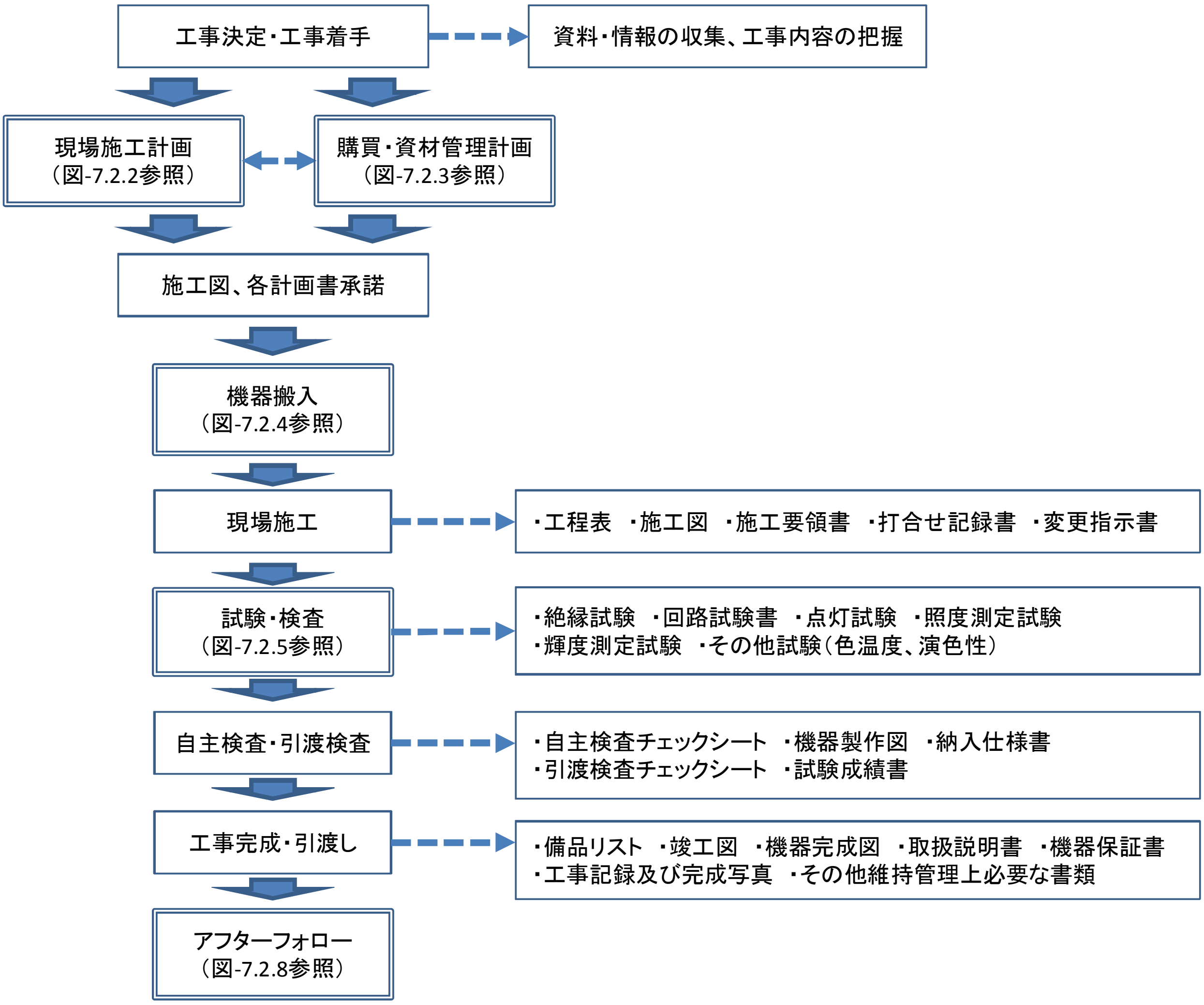


図-7.2.1　LED 照明の施工フロー

7.2.1　工事決定・工事着手

(1)　工事内容の把握

工事着手時には、必要とする工事関係図書（建築設計図、設備設計図、仕様書、見積書、現場説明書など）の内容を十分理解し、必要に応じ現場に状況を調査する。また、設計や仕様上の疑問点は検討時に併せて解決しておかなければならない。尚、関連する各所（得意先、設計事務所、照明コンサル、建築・空調・給排水業者、製造業者等、関係諸官庁など）との打合せ記録書には目を通し、必要とあれば事前協議を行っておく。

(2)　積算数量のチェック

積算数量は資材発注や施工労務者などの数量の基になるため、事前に検討しておく。見積時の積算数量で図面の細部まで検討されていないケースがあるので、積算数量や内容の再調査をすることも必要になる。

7.2.2　現場施工計画

(1)　現場施工計画の流れ

現場施工計画のフローを図-7.2.2 に示す。施工計画の進め方や、工事に必要な施工要領書・施工図・工事工程表等の書類の作成については、従来光源と同様でありフローに示す通りである。施工計画を立てるに当たっての参考文献※1 としては下記に示す図書などがあるので参照されたい。

注記. ※1　参考文献：公共建築工事標準仕様書（電気設備工事編）平成 25 年度版、電気設備工事監理指針平成 22 年度版、電気設備工事施工要領（改訂第 2 版：当協会発行）電気設備工事ガイドブック（当協会発行）、新編電気設備工事施工計画書集成（改訂第 3 版：当協会発行）など。

(2)　LED 照明器具での注意点

- LED 照明の場合は光源そのものが半導体であるため、従来光源の器具に比べて温度に対する熱マージンが小さい。従って、周辺温度に対する検討や、熱伝導を中心とする放熱システムを阻害する要素が無いか十分検討を行っておく必要がある。
- HID ランプ代替の高出力のダウンライト形 LED 照明などが開発されており、器具本体の寸法に比べて大きな制御装置（電源装置）必要と場合がある。制御装置の点検が器具開口部からできない場合は、天井点検口を設けるなどの検討が必要である。

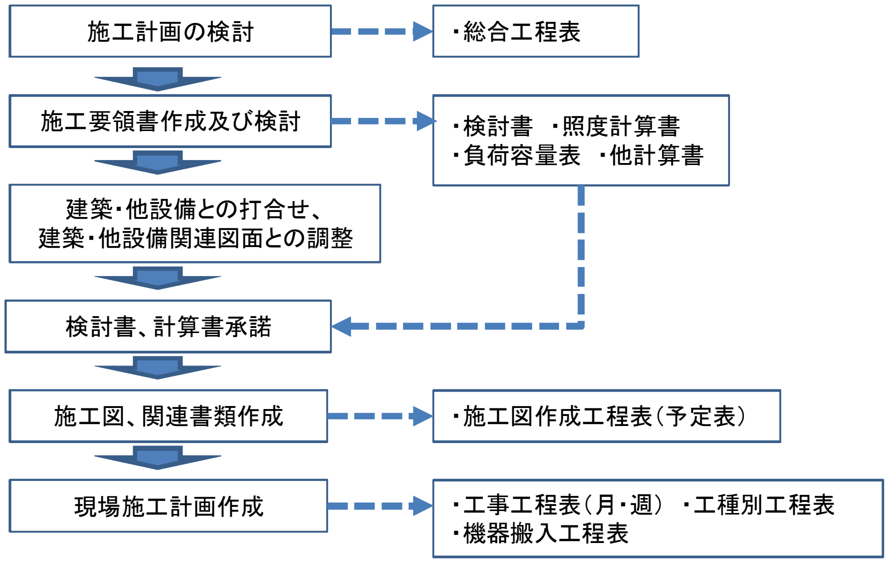


図-7.2.2　現場施工計画のフロー

7.2.3　購買・資材管理計画

(1)　購買・資材管理計画の流れ

照明器具を購買及び資材計画については、図-7.2.3 のフローに示すとおりである。購買・資材管理計画の進め方は他の主要資材と同様である

(2)　LED 照明での注意点

LED 照明の場合は、計画・設計時期と資材搬入時期との間に開きがある場合は、照明器具の性能や内容が技術進歩により大きく変わる場合がある。工事着手時の情報分析を行う際に、搬入及び施工時期の照明器具の性能などを、ロードマップ等を参考に検討する。見直しが必要と想定される場合はその時期・内容・範囲を予め資材工程表に盛り込んでおく。

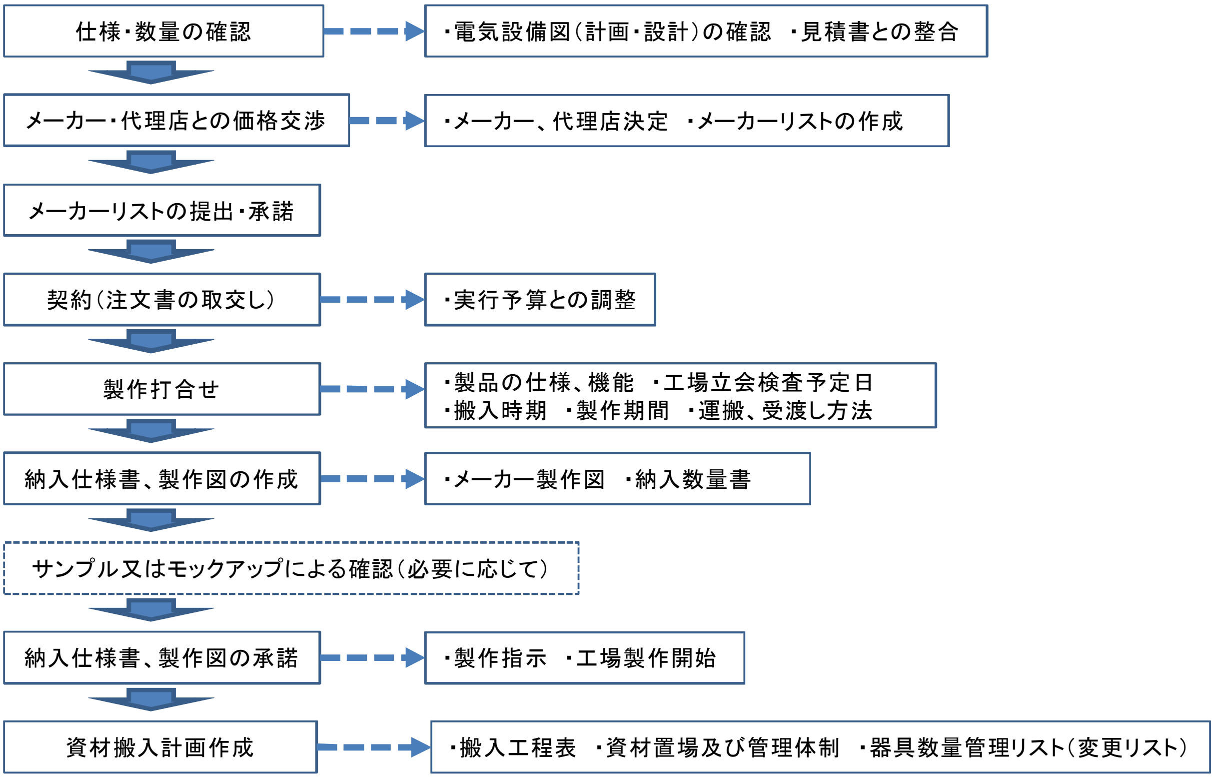


図-7.2.3　購買・資材管理計画のフロー

7.2.4　機器搬入

照明機器などの搬入計画の流れは図-7.2.4 に示す通りである。LED 照明の場合は 6.6.2 項に記述したように、光源そのものが半導体等の電子部品で構成されているため、静電気や温湿度に影響されないように配慮する必要がある。LED 照明器具や LED ランプは製造段階や工場出荷段階では各種の対策・処置が施されているが、現場搬入後の荷ほどき段階以降では、この対策・処置が無防備になる可能性があるので、取扱方法や保管場所についてはメーカーが示す注意事項に従って対応すること。

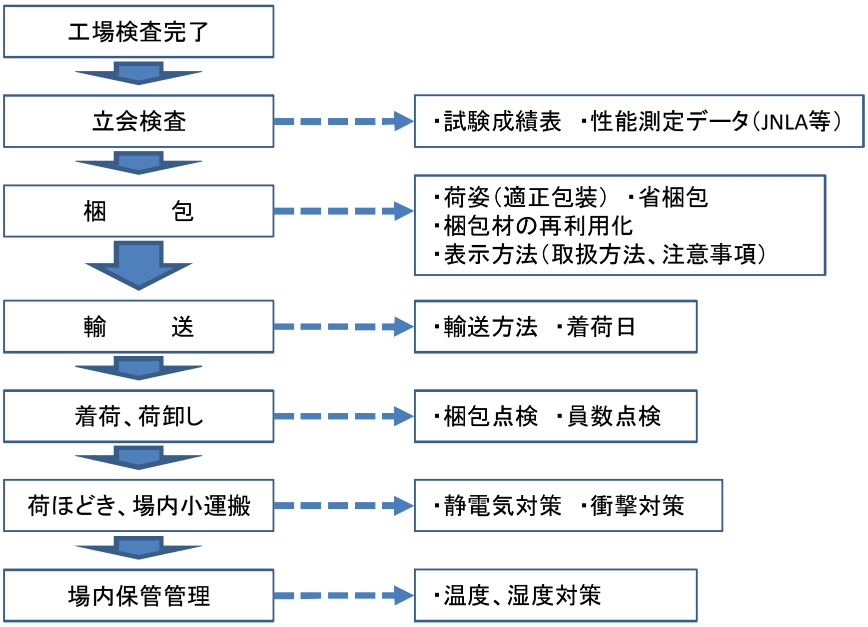


図-7.2.4　照明器具及び照明制御装置等の搬入計画のフロー

7.2.5　試験・検査

工事施工中又は完了後に行う照明設備の現場試験・検査については、外観及び機能について試験・検査がある。各試験と検査については図-7.2.5 のフロー図に示す。

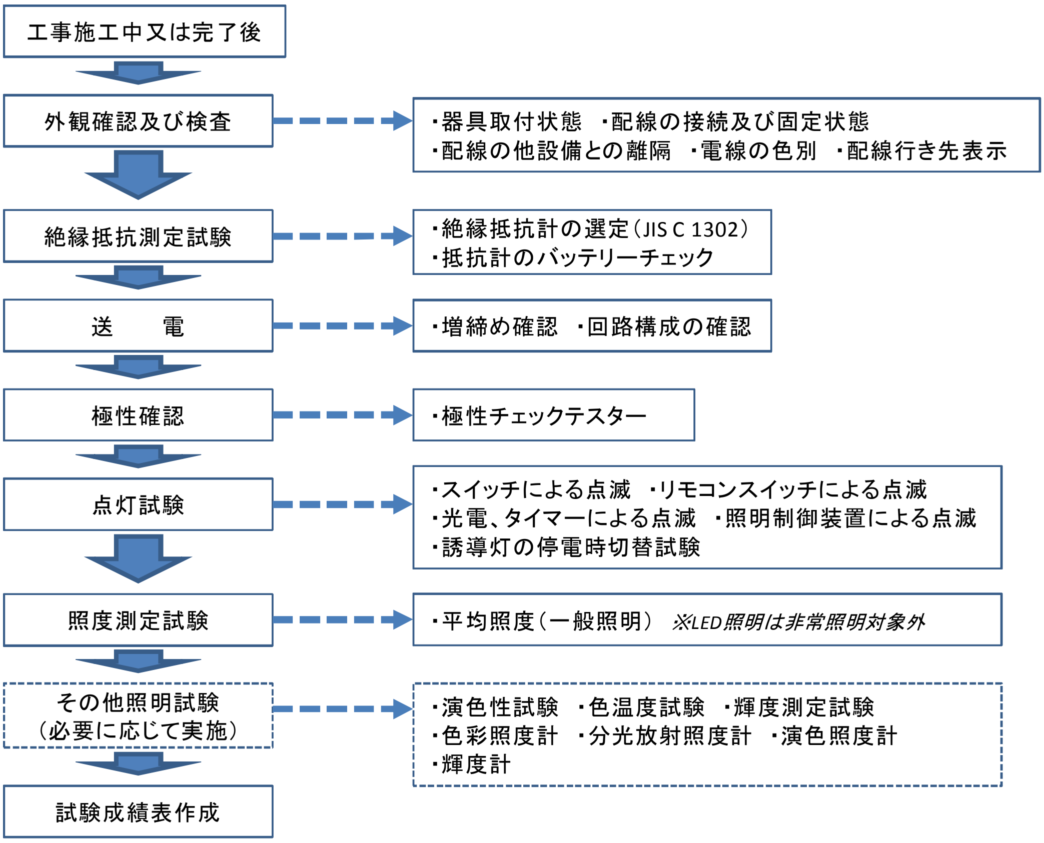


図-7.2.5　LED 照明の試験・検査のフロー

(1)　絶縁抵抗測定試験

絶縁抵抗試験を行う場合には JIS C 1302 に規定される絶縁抵抗計を使用し、印加する測定電圧については表-7.2.1 に示す定格測定電圧による。絶縁抵抗測定は開閉器で区切ることのできる範囲に、電線相互及び電線と大地間について行う。

表-7.2.1　絶縁抵抗計の定格測定電圧

電路の使用電圧	定格測定電圧（V）	
	一般の場合	制御機器等が接続されている場合
100V級	500	125
200V級		250
400V級		500

参考文献：公共建築工事標準仕様書（電気設備工事編）より

(2)　点灯試験

点灯試験は、現地スイッチによる点滅、リモコンスイッチによる点滅、光電スイッチ・タイマーによる点滅、照明制御装置による点滅などが、正常に機能するか点滅区分が施工図や仕様どおりになっているかを確認する試験である。

(3)　照度測定試験で使用する照度計

照度を測定する際に使用する照度計は、一般照度については JIS C 1609-1 : 06「照度計　第一部：一般計量器」による一般形 A 級照度計以上の精度を有するものを使用する。非常照明（LED 照明では対象外）については同 JIS による一般形 AA 級照度計以上の精度を有するものを使用する。

(4)　**照度測定試験での注意事項**

測定に当たっては次のことに注意する。

① 　測定開始前に点灯しておく。（白熱電球は 5 分前、放電灯は 30 分前に点灯しておく必要があるが、LED 照明の場合は従来光源比べて短い時間で良いが、制御装置が安定するのに要する時間は見ておく。）

② 電源電圧を測定する場合は、なるべく照明器具に近い位置で測定する。

③ 照度計受光部の基準面と、測定しようとする面はできるだけ一致させ、光軸に対して垂直になるようにする。

④ 測定者の影や服装による反射が、測定に影響が出ないようにする。

⑤ 測定対象外の外光の影響を受けないようにする。

(5)　**照度測定の方法**

・測定位置

照度は極力水平面照度を測定する。また測定面の高さは、特に指定がない場合は表-7.2.2 による。

表-7.2.2　測定場所別の照度測定の位置

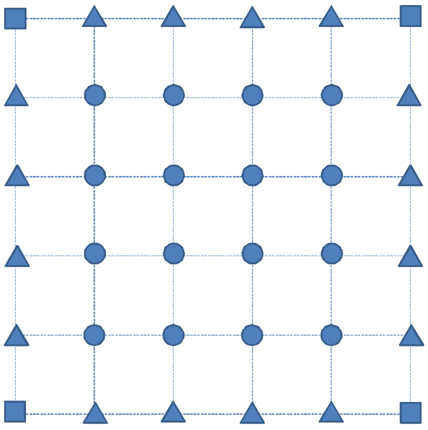
測定対象場所	測定場所、高さ
一般室	床上　80cm±5cm
和　室	畳上　40cm±5cm
廊下・屋外	床面又は地上面15cm以下
鉛直面	床面又は地上面から120cm±5cm
• 但し室内にて机等がある場合は、その上面又は上面から5cm以内の仮想面	

・広い場所の平均照度の算出

単位区域ごとに 4 点法により平均照度を求め、その相加平均値を全測定範囲の平均照度とする。図-7.2.6 に単位区間が連続する場合の算出法を示す。

・狭い場所の平均照度の算出

室中央に照明器具が 1 灯配置されているような場合は、5 点法を用いて平均照度を求める。図-7.2.7 に 5 点法による算出法を示す。



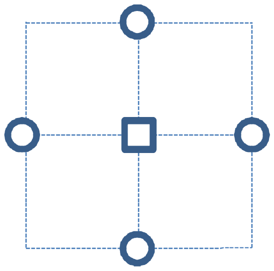
■：照度E■

▲：照度E▲

●：照度E●

$$E = \frac{1}{4\times6\times6}(\Sigma E\blacksquare + 2\Sigma E\blacktriangle + 4\Sigma E\bullet)$$

図-7.2.6　単位区間が連続する場合の算出法と計算式



○：照度E○

□：照度E□

$$E = \frac{1}{6}(\Sigma E\bigcirc + 2\Sigma E\square)$$

図-7.2.7　狭い場所の5 点法による算出法と計算式

7.2.6　アフターフォロー

アフターフォローでの注意点は、LED 照明の場合は従来光源と異なり、光源・ランプの交換を考慮しないため、点検周期を決めて自主点検や定期点検を行う必要がある。図-7.2.8 にアフターフォロー時のフローを示すが、自主点検は安全点検シート[※2] を作成し点検結果を記録し、各年度の状態が比較できるようにし、劣化度をチェックするのも有効な点検方法である。

注記.　※2　(一社)日本照明工業会や照明器具メーカー等が提供する安全チェックシートを利用することを推奨する。(参考資料-9 を参照のこと。)

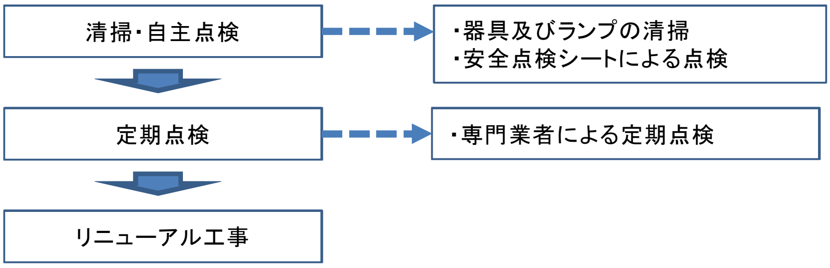


図-7.2.8　LED 照明のアフターフォローのフロー

7.3　照明工事のフローとチェックシート

照明工事の流れを、新築工事（図-7.3.1）と改築工事（図-7.3.2）に分けて示す。

7.3.1　新築工事のフロー

ヒアリング（要望等の収集）
・経済性　・機能性　・信頼性　・安全性

↓

図面、製作図の入手
・建築図（意匠、構造）　・設備図（電気、他関連設備）
・器具の取り付け状況　・器具の接地（有無、方式）
・スイッチ（種別、位置）　・センサの有無　・演色性

↓

現地調査（必要時）
・外観調査　・測定（照度、電力、電流）　・消費電力量
・部屋の形状　・天井の高さ　・窓の有無（高さ、広さ）
・内装仕上げ　・什器の位置　・室内環境

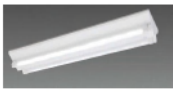
↓

計　　画
・照明方式　・照度の決定　・色温度変更

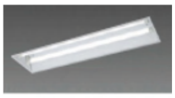
↓

器具選定
・色温度　・演色性　・固有エネルギー消費効率

A.　ランプ交換形



直付型



埋込型

- （口金 GX16ｔ-5）（ｺﾝﾀｸﾄ口金 R4）
- （口金 G13）

B.　ランプ一体形

直付型

埋込型

※　既設の器具と構造的に互換性のある口金 G13 は指定外ランプの誤挿入、感電等、安全面に問題があるため、原則として使用を控えるべきである。

↓

設　　計
・照度計算　・制御方式（点滅、調光、調色）
・コストシミュレーション　・環境性（CO^2 削減量）

↓

契　　約
・契約形態　・保証内容　・アフターフォロー

↓

施　　工
・工事内容の把握　・現場施工計画　・購買・資材管理計画
・機器搬入　・現場施工（工程表、施工図）　・試験・検査
・工事引渡し

図-7.2.1.　新築の場合の工事フロー

7.3.2　改修工事のフロー

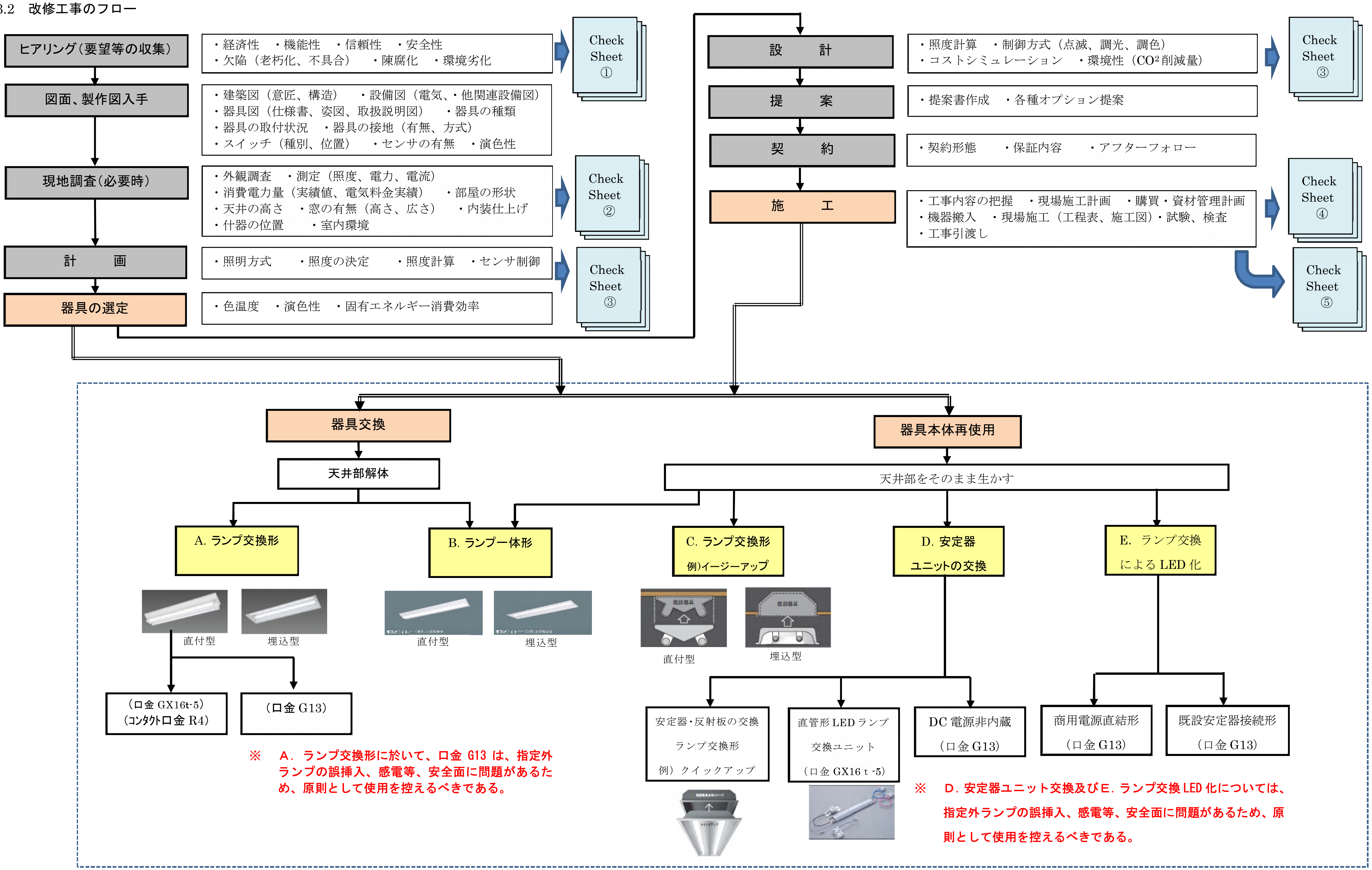


図-7.2.2.　改修の場合の工事フロー

7.3.3　更新工事におけるチェックシート

従来光源の照明器具からLED照明器具に更新する場合には、多くのことに留意する必要がある。留意するチェック項目をフローに従って、項目別、時系列などの6つに分類し、表-7.3.1~表-7.3.13に示す。

表-7.3.1　事前確認〔チェックシート①-1/2〕

フロー	項　目		確認項目	備考
ヒアリング	更新理由		□節電対策　□電気料金抑制 □既設照明の老朽化、更新時期 　□不具合有　□不具合なし □地球環境貢献（CO2削減）	
	既設器具の使用時間	使用年数	□10年以上　□15年以上	
		累積点灯時間	□40,000時間未満（　　　　時間程度） □40,000時間以上	
		点灯時間	（　　　）時間／日	
		稼働日数	（　　　）日／月	
	既設利用の有無と更新内容	照明器具の利用	□する 　□ランプ交換形 　□ランプ一体形 　□安定器ユニットの交換によるLED化 　□LEDランプ交換によるLED化 　□その他（　　　　　　　　　　）	
			□しない （使用年数、累積点灯時間を考慮して検討） 　□ランプ交換形 　□ランプ一体形 　□その他（　　　　　　　　　　）	
		分電盤類の利用	□する 　・盤改造　　□有　□無 （改造内容：　　　　　　　　　　）	
			□しない 　理由（　　　　　　　　　　）	
		配線設備の利用	□する 　□一部利用する。 （例：分電盤～第一ボックスまで） 　□点滅回路以外は全て利用する。 　□既設をそのまま利用する	
			□しない 　理由（　　　　　　　　　　）	
		点滅区分の変更	□する 　□電源回路変更有 　□点滅回路の変更程度	
			□しない	

表-7.3.2　事前確認〔チェックシート①-2/2〕

ﾌﾛｰ	項　目		確認項目	備考
ヒアリング	既設利用の有無と更新内容	照明制御装置の利用	□する □個別集中リモコン　（　　　回路） □集中制御リモコン　（　　　回路） □監視制御リモコン （　　系統　　　回路） ・中央監視連動制御　　□有　□無 ・防犯設備連動制御　　□有　□無	
			□しない　（理由：　　　　　　　　　　）	
		配線器具の利用	□する ・位置表示付 SW　□有　□無 ・動作確認付 SW　□有　□無 ・調光 SW　　　　□有　□無	
			□しない	
		調光システムの利用	□する □振幅制御 □PWM 制御 □その他（　　　　　　　　　）	
			□しない　（理由：　　　　　　　　　　）	
		希望メーカー等の確認	照明器具	
			分電盤類	
			配線器具	
			照明制御	
	更新後の明るさ		□現状維持 □現状よりも明るく（　　　　lx） □現状よりも暗く　（　　　　lx）	
	施工条件（積算時に反映）	工事期間中の休業日	□あり　□なし （日数：　　　　日）	
		曜日	□平日　□休日のみ	
		時間帯	□昼間（　：　～　：　） □夜間（　：　～　：　）	
		高所作業	□あり（高さ　　m）　□なし	
		養生	□必要　□不要	
	予算		□あり （概算工事費：　　　　万円） □なし	

表-7.3.3　事前確認〔チェックシート②-1/3〕

<table>
<tr><th>フロー</th><th colspan="2">項　目</th><th>確認項目</th><th>備考</th></tr>
<tr><td rowspan="17">現地調査</td><td rowspan="8">建築的諸条件</td><td>部屋の形状</td><td>□図面　□実測（間口　　　m×奥行　　　m）</td><td></td></tr>
<tr><td>天井高さ</td><td>□図面　□実測（床面　　　m、机上面　　　m</td><td></td></tr>
<tr><td>窓の高さ・広さ</td><td>□図面　□実測（縦　　　m×横　　　m）</td><td></td></tr>
<tr><td>内装仕上げ</td><td>□図面　□実測
・天井：材質　　　　、色彩
・壁　：材質　　　　、色彩
・床　：材質　　　　、色彩</td><td></td></tr>
<tr><td>室内環境</td><td>□図面　□実測（汚損の度合い）
・天井補修：　□必要　□不要（　　　　　）
・壁補修　：　□必要　□不要（　　　　　）
・床補修　：　□必要　□不要（　　　　　）</td><td></td></tr>
<tr><td>間仕切り</td><td>□図面　□実測（種類：　　　　　　　）</td><td></td></tr>
<tr><td>什器レイアウト</td><td>□図面　□実測</td><td></td></tr>
<tr><td>天井点検口の有無</td><td>□図面　□実測</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="9">照明器具及び他機器条件</td><td>器具種類と、型式及び寸法</td><td>□図面　□実測
<table>
<tr><th>器　具</th><th>型　式</th><th>寸　法</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td>cm×　　cm×　　cm</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>cm×　　cm×　　cm</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>cm×　　cm×　　cm</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>cm×　　cm×　　cm</td></tr>
</table></td><td></td></tr>
<tr><td>器具種類と台数</td><td>□図面　□実測
<table>
<tr><th>器　具</th><th>台数</th><th>器　具</th><th>台数</th></tr>
<tr><td></td><td>台</td><td></td><td>台</td></tr>
<tr><td></td><td>台</td><td></td><td>台</td></tr>
<tr><td></td><td>台</td><td></td><td>台</td></tr>
</table></td><td></td></tr>
<tr><td>器具配置</td><td>□図面　□実測
（資　料：　　　　　　　　　　　　）</td><td></td></tr>
<tr><td>器具取付け状況</td><td>□図面　□実測
（特記事項：　　　　　　　　　　　）</td><td></td></tr>
<tr><td>器具の接地</td><td>□図面　□実測
・接地方式及び種類
□個別　□集中　　　　□A 種　□C 種　□D 種</td><td></td></tr>
<tr><td>照度・配光分布（照度は 4 点法で数か所の測定する。）</td><td>□実測　□シミュレーション
<table>
<tr><th>室名称</th><th>照　度</th><th>室名称</th><th>照　度</th></tr>
<tr><td></td><td>lx</td><td></td><td>lx</td></tr>
<tr><td></td><td>lx</td><td></td><td>lx</td></tr>
<tr><td></td><td>lx</td><td></td><td>lx</td></tr>
</table></td><td></td></tr>
</table>

表-7.3.4　事前確認〔チェックシート②-2/3〕

<table>
<tr><th>フロー</th><th colspan="2">項　目</th><th>確認項目</th><th>備考</th></tr>
<tr><td rowspan="15">現
地
調
査</td><td rowspan="13">照
明
器
具
及
び
他
機
器
条
件</td><td>スイッチの
種類、位置</td><td>□図面　□実測
<table><tr><th>種　　類</th><th>個数</th><th>種　　類</th><th>個数</th></tr><tr><td></td><td>個</td><td></td><td>個</td></tr><tr><td></td><td>個</td><td></td><td>個</td></tr></table></td><td></td></tr>
<tr><td>センサ制御</td><td>□図面　□実測
<table><tr><th>種　　類</th><th>個数</th><th>種　　類</th><th>個数</th></tr><tr><td></td><td>個</td><td></td><td>個</td></tr><tr><td></td><td>個</td><td></td><td>個</td></tr></table></td><td></td></tr>
<tr><td>照明制御装置</td><td>□図面　□実測
□個別集中リモコン方式
□集中制御リモコン方式
□監視制御リモコン方式
・他システムとの連動
□有　（　　　　　　　　）　□無</td><td></td></tr>
<tr><td>点滅区分</td><td>□図面　□実測
（資料：　　　　　　　　　　　　　　　　　）</td><td></td></tr>
<tr><td>配線状況</td><td>□図面　□実測
（資料：　　　　　　　　　　　　　　　　　）</td><td></td></tr>
<tr><td>分電盤の形式、配置、回路構成、予備回路の有無</td><td>□図面　□実測
<table><tr><th>盤名称</th><th>場所</th><th>回路構成</th><th>予備</th></tr><tr><td></td><td></td><td>主幹　　　　分岐</td><td>回路</td></tr><tr><td></td><td></td><td>主幹　　　　分岐</td><td>回路</td></tr></table></td><td></td></tr>
<tr><td>点滅区分</td><td>□図面　□実測
（資料：　　　　　　　　　　　　　　　　　）</td><td></td></tr>
<tr><td>標準電圧</td><td>□200V　□100V　□その他（電気方式　　　　　　V）</td><td></td></tr>
<tr><td>器具端部の電圧</td><td>分電盤　　　V　　器具端部（照明器具）　　　V</td><td></td></tr>
<tr><td>機器の経過年数</td><td>・照明器具　　　　　　年
・安定器　　　　　　年
・制御機器　　　　　　年
・配線器具　　　　　　年
・電線・ケーブル　　　　年</td><td></td></tr>
<tr><td>特殊なランプの使用</td><td>□なし　□あり</td><td></td></tr>
<tr><td>ランプ交換の容易性</td><td>□容易　□手間</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">他設備との取り合い影響</td><td>天井面機器
・電気機器　□あり　□なし　（機器：　　　　　）
・設備機器　□あり　□なし　（機器：　　　　　）</td><td></td></tr>
<tr><td>天井内設備
・配管、ダクト　□あり　□なし（設備：　　　　　）</td><td></td></tr>
</table>

Note: the "その他" label spans the last two rows (他設備との取り合い影響).

表-7.3.5　事前確認〔チェックシート②-3/3〕

ﾌﾛｰ	区分	確認項目	該当する	該当しない	備考
現地調査	電気設備環境（細分）	□累積点灯時間が 40.000 時間以上であるか。			
		□使用期間が 15 年以上であるか。			
		□こげくさい臭いがしていないか。			
		□照明器具に発煙などの形跡がないか。			
		□電線類に変色、硬化、ひび割れ、心線露出などがないか。			
		□配線部品などに変色、変形、ひび割れ、ガタツキ、破損などがないか。			
		□照明器具単体（電源一括と非充電金属部間）の絶縁抵抗が点灯直後 2MΩ 以下、点灯しない状態で 30MΩ以下であるか。			JIS C 8106
		□分岐回路の絶縁抵抗が 0.2MΩ 未満（200V）、又は 0.1MΩ 未満（100V）であるか。			電技第 58 条
		□使用期間が 10 年以上経過していないか。			
		□点灯までに時間が長くかかるものがないか。			
		□動作したり、スイッチを入れても点灯しないものがないか。			
		□チラツキが止まらないものがないか。			
		□点灯時に漏電ブレーカが動作することがないか。			
		□器具取付部に変形、ガタツキ、ゆるみなどがないか。			
		□ここ 2～3 年、故障による取替え台数が増えていないか。			
		□本体などに極端な汚れ、または変色がないか。			
		□カバー、パネルなどに変色、変形、ひび割れなどがないか。			
		□塗装面にふくれ、ひび割れがある、またはｻﾋﾞが出ていないか。			
		□ネジなどに変色、ｻﾋﾞ、ひび割れ、破損などがないか。			
		□			

表-7.3.6　計画・設計・積算〔チェックシート③-1/3〕

<table>
<tr><th>ﾌﾛｰ</th><th colspan="2">項　目</th><th>チェック項目</th><th>備考</th></tr>
<tr><td rowspan="15">計画・設計</td><td rowspan="4">建築的諸条件</td><td>部屋用途又は作業内容の変更</td><td>□変更なし　□変更あり（　　　）</td><td>JIS Z 9110
-2010</td></tr>
<tr><td>内装仕様の変更</td><td>□天井解体　□天井再使用
□壁解体　□壁変更なし
床等解体　□床変更なし</td><td></td></tr>
<tr><td>什器レイアウトの変更</td><td>□変更なし　□変更あり
(資料：　　　　　　　　　　)</td><td></td></tr>
<tr><td>部屋の環境変更
（例：高温多湿等）</td><td>□変更なし　□変更あり
（特殊仕様：　　　　　　　）</td><td>温度 5~35℃
相対湿度 85%</td></tr>
<tr><td rowspan="4">照明の条件</td><td>照度基準</td><td>□基準数値（JIS）　□以外
<table><tr><th>部屋名</th><th>照度</th><th>部屋名</th><th>照度</th></tr><tr><td></td><td>lx</td><td></td><td>lx</td></tr><tr><td></td><td>lx</td><td></td><td>lx</td></tr><tr><td></td><td>lx</td><td></td><td>lx</td></tr></table></td><td>JIS Z 9110
-2010</td></tr>
<tr><td>色温度変更</td><td>□必要　□不必要
<table><tr><th>部屋用途</th><th>色温度</th><th>部屋用途</th><th>色温度</th></tr><tr><td></td><td>K</td><td></td><td>K</td></tr><tr><td></td><td>K</td><td></td><td>K</td></tr></table></td><td>JIS Z 9112
-2012</td></tr>
<tr><td>平均演色評価数</td><td>□基準数値（JIS）　□以外
<table><tr><th>部屋用途</th><th>演色数値</th><th>部屋用途</th><th>演色数値</th></tr><tr><td></td><td>Ra</td><td></td><td>Ra</td></tr><tr><td></td><td>Ra</td><td></td><td>Ra</td></tr></table></td><td>JIS Z 9110
-2010</td></tr>
<tr><td>グレア（まぶしさ）</td><td>□基準数値（JIS）　□以外
<table><tr><th>部屋用途</th><th>UGR</th><th>部屋用途</th><th>UGR</th></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table></td><td>JIS Z 9110
-2010</td></tr>
<tr><td rowspan="2">器具の選定</td><td>器具の種類及び形状・形式</td><td><table><tr><th>部屋名</th><th>器具種類</th><th>形　状</th><th>形　式</th></tr><tr><td>(例：執務室)</td><td>(ﾍﾞｰｽﾗｲﾄ)</td><td>(ｽｸｪｱ)</td><td>(一体形)</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table></td><td></td></tr>
<tr><td>汎用品、特注品の別</td><td>□汎用品　□特注品
（特注品対象範囲；　　　　　　　　）</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">照明方式</td><td>照明方式</td><td>□全般照明　□局部照明　□全般・局部併用照明
直接照明　□間接照明　□全般拡散照明</td><td></td></tr>
<tr><td>タスク・アンビエント照明</td><td>□あり　□なし
（用途：　　　　　　　　　　）</td><td></td></tr>
<tr><td>建築化照明</td><td>あり　□なし
□コーニス照明　□コーブ照明
□光天井　□その他（　　　　　　）</td><td></td></tr>
</table>

表-7.3.7　計画・設計・積算〔チェックシート③-2/3〕

<table>
<tr><th>フロー</th><th colspan="2">項　目</th><th>チェック項目</th><th>備考</th></tr>
<tr><td rowspan="13">計画・設計</td><td rowspan="11">照明制御方式</td><td>点滅区分の変更</td><td>□必要　□不要</td><td></td></tr>
<tr><td>スイッチの種類
及び位置</td><td>□変更あり　□変更なし
<table><tr><th>スイッチの種類</th><th>用途・場所</th><th>個数</th></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table></td><td></td></tr>
<tr><td>センサー制御</td><td>□必要　□不要
□人感（熱）センサー
□照度センサー
□その他（　　　　　　　　　）</td><td></td></tr>
<tr><td>昼光利用の有無</td><td>□あり　□なし
（連動対象：　　　　　　　　　　）</td><td></td></tr>
<tr><td>初期照度補正</td><td>□あり　□なし
（対象器具：　　　　　　　　　　）</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">点滅制御</td><td>□あり　□なし</td><td></td></tr>
<tr><td>・制御方式
□個別リモコン制御方式
□集中・監視リモコン制御方式
□中央監視制御方式
□その他方式（　　　　　　　　）</td><td></td></tr>
<tr><td>・制御種類
□個別制御
□集中制御
□スケジュール制御
□連動制御（連動対象：　　　　　）</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">調光制御</td><td>□あり　□なし
□段調光方式（□固定　□可変　）
□連続調光方式(□範囲限定　□範囲可変)</td><td></td></tr>
<tr><td>・制御方式
□振幅制御方式（2 線式）
□PWM 制御方式（4 線式）</td><td></td></tr>
<tr><td>調色制御</td><td>□あり　□なし
(制御方式：　　　　　　　　　　　　)</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">設計・資料作成</td><td>照度計算</td><td>・光束法による計算
□光束法　□照度分布
・逐点法による計算
□直線光源　□点光源　□面光源</td><td></td></tr>
<tr><td>提出資料</td><td>□照度計算書　□照度分布図
□比較表　□3D シミュレーション
□省エネルギー計算書　□その他（　　　　）</td><td></td></tr>
</table>

表-7.3.8　計画・設計・積算〔チェックシート③-3/3〕

フロー	区分	確認項目	該当する	該当しない	備考
設計・積算	設計	□天井を解体する場合は他の設備機器撤去再取り付け箇所を図示する。			
		□改修に必要な天井点検口を図示する。			
		□梁やダクトが器具にあたる場合は回避型器具を選定する。			
		□照明器具や制御装置が規定の重量を超える場合は、支持方法を明記する。			
		□断熱工法に設置するダウンライトは、断熱工法対応の器具（S形：SG、SGI等）を使用することを明記する。			
		□リモコンリレー等を使用する場合は、接続台数の制約をメーカーに確認する。			
		□調光が必要な場合は既存調光スイッチと適合するかを確認する。			
		□調光スイッチ、調光制御機器等を使用する場合は、接続台数を確認する。			
		□調光スイッチとセンサースイッチの併用は避ける。回路構成で生じた場合はメーカーに相談し、対策を立てる。（各メーカーで調光制御回路が異なる場合があるため。）			
		□天井補修・塗装、足場等の工事区分を明記する。			
		□			
	積算	□器具が既存天井開口寸法に合わない場合はリニューアルプレートを見込む。			
		□器具更新により荷重が増加する場合は、必要とする器具支持費を見込む。			
		□必要であれば照明器具更新時の天井部塗装費を見込む。			
		□必要とする仮設費、養生費等を見込む。			
		□建築副産物（分別収集、特別産業廃棄物等）の処理、処置費を見込む。			
		□			

表-7.3.9　施工時の確認〔チェックシート④-1/3〕

ﾌﾛｰ	区分	確認項目	該当する	該当しない	備考
取付場所	屋内環境	□周辺温度環境は使用条件内か。			動作温度 5～35℃ 相対湿度 85%以下
		□電源電圧は規定値内か。			定格電圧+6%
		□天井工法（従来工法、システム工法）により器具に影響があるか。			荷重対策
		□天井が断熱工法か。			断熱工法対応器具と放熱対策
		□器具の取付場所には可燃性のものはないか。			可燃性の内装材等
		□雨水又は、雨線内でも雨水の降込む恐れのある場所か。			IPX 対応の器具
		□浴室、サウナなど高温多湿になる場所か。			動作温度 5～35℃ 相対湿度 85%以下
		□腐食性ガスが発生する場所か。			温泉浴場、 温泉旅館、工場内
		□粉塵を受ける場所か。			
		□振動が発生する場所又は、衝撃の多い場所か。			
		□太陽の光が直接器具に当たる場所か。			
	屋外環境	□風避けのない建物、強風に曝される場所か。			建物の屋上、山稜、橋梁等
		□高温多湿になる場所か。			
		□塩害を受ける場所か。			沿岸地帯、潮風を受ける場所等
		□塩素雰囲気にさらされる場所か。			水処理施設、プール等
		□腐食性ガスが発生する場所か。			温泉地帯、ゴミ処理施設、薬品工場等
		□粉塵を受ける場所か。			鋳造工場、鉄工場等
		□振動が発生する場所又は、衝撃の多い場所か。			
		□チャンネル取り付けなどで、背面より雨風を受けるような場所か。			ウォールライト、ブラケット等
	ランプの屋外使用	□照明器具の防水性能はチェックしたか。			
		□照明器具の密閉性能はチェックしたか。			
		□照明器具の放熱スペースはチェックしたか。			
		□LED ランプに衝撃・振動がかからないか。			
		□ランプに直接水がかかる場合 ・ランプの防水性能はチェックしたか。（IPX 等） ・ランプソケットの防水性能はチェックしたか。			
		□			

表-7.3.10　施工時の確認〔チェックシート④-2/3〕

ﾌﾛｰ	区分	確認項目	該当する	該当しない	備考
施工	器具共通	□周辺温度環境は使用条件内か。			動作温度 5～35℃、
		□周辺湿度環境は使用条件内か。多湿・雨水のかかる場所には適正な器具が選択されているか。			相対湿度 85%以下
		□腐食性ガスの発生する場所か。発生場所での使用は行わない。			他光源の器具を選択する。
		□振動が強い場所ではないか。振動がかかる場所であれば対策はいいか。			
		□直射日光の当たる場所での温度対策は良いか。			
		□電源電圧は規定値内か。			定格電圧+6%
		□器具の電源仕様と供給電圧は合っているか。			電気方式の確認
		□埋込型の場合は開口寸法に適合した器具を選定しているか。			
		□上記に適合しない場合はリニューアルプレートを使用しているか。			
		□器具支持材は既設を利用できるか。			
		□			
	器具改造及びランプ取付	□交換する照明器具に非常灯、誘導灯は含まれていないか。			
		□器具との適合をメーカーに確認したか。(制御装置の納まり、電気的・熱的に問題の有無)			
		□器具の電源仕様（制御装置内蔵、非内蔵）に違いがないか。			
		□器具の内蔵機器（安定器等）の定格値（ランプ電流）は適正か。			
		□器具の変色、変形、ひび割れ、ガタツキ、破損等はないか。			
		□ソケットのひび割れはないか。			
		□ソケットのバネは正常か。			
		□ソケットﾄの向きは問題ないか。			
		□ランプはソケットにしっかりはまっているか。			
		□ランプの極性とソケットは合っているか。			
		□電線の劣化、ひび割れ、サビはないか。			
		□器具内の制御装置（AC/DC ｺﾝﾊﾞｰﾀ）の取付ｽﾍﾟｰｽは十分か。			
		□安定器取り外し後の､残置の有無に問題はないか。			
		□絶縁試験は実施したか。			絶縁抵抗値は 2MΩ以上
		□			

表-7.3.11　施工時の確認〔チェックシート④-3/3〕

フロー	区分	確認項目	該当する	該当しない	備考
施工	器具改造及びランプ取付	□照度、配光分布、グレア等の問題はないか。			
		□色温度及び演色性が改造前の特性と比較して問題ないか。			
		□改造後に注意・表示ラベルを既設器具に貼っているか。			
		□既存照明器具利用の場合、改造後の製造物責任移転について使用者に説明しているか。			
		□改造後器具で使用できるランプ及び取替要領を文書にて説明しているか。 *※誤挿入時の、火災・感電等の注意点及びランプの交換は電源を切って行う旨を確実に伝える。*			
		□器具及びランプ取付時の静電気対策はなされているか。 *※乾燥している場所や帯電が発生し易い場所（カーペットの上）等での取付時は静電気除去等を行う。*			
		□			
	ノイズ・高調波対策	□ラジオ、テレビや赤外線リモコン機器から器具が離れているか。			
		□誘導無線への雑音に対する事前に対策を行っているか。（同時通訳機等の無線誘導機器対策）			
		□漏洩電流増加に対する対策は行っているか。（搭載している LED の個数や器具形態により漏洩電流が高くなるものがある）			
		□同一回路に設置する器具台数はチェックしているか。（承認図、カタロゴ等に記載している内容を事前確認は。）			
		□			
	その他	□工事現場内のストックヤードの環境は器具に対して問題ないか。 *※LED モジュールは電子部品であるため、温度・湿気・塵埃・静電気等に弱いため梱包をほどいた場合は取扱いに注意する。*			
		□施工に伴う、廃棄物についての話し合いが付いているか。			
		□建設副産物の適性処理（分別、リサイクル等）は適正か。			
		□有害廃棄物（PCB、水銀、アスベスト等）の処理は適正か。			
		□			

表-7.3.12　検査時の確認〔チェックシート⑤-1/1〕

フロー	区分	確認項目	該当する	該当しない	備考
検査	試験・検査	□器具の取付はしっかり固定されているか。 *※引張り強度試験が必要なものは行う。(シャンデリア等)*			
		□器具の取付に曲がりはないか。			
		□器具のロゴマークの方向は統一されているか。			
		□照度は計画値に合致しているか、明るさ、グレアなどで問題はないか。 *※照度測定データは更新前と更新後の比較を行っておく。*			
		□色温度のバラツキはないか。 *※色のバラツキ、ムラが気になる場合は、メーカーに工場検査データを取り寄せておく。*			
		□不点灯、一部不点灯はないか。			
		□全点灯を行い、正常に作動しているか。 *※リモコンスイッチ、調光スイッチの誤動作が電圧印加時にないか確認しておく。*			
		□全器具にLED器具表示ｼｰﾙは付いているか。			
		□保証用のシリアルチェックは出来ているか。			
		□交換後に注意・表示ラベルを既設器具に貼り、注意喚起しているか。			
		□既存照明器具活用の場合、照明器具改造後の製造物責任移転について工事記録ラベルを貼っているか。			
		□LED 器具以外の周辺機器の劣化状況説明を使用者に実施しているか。			
		□器具の変色、変形、ひび割れ、がたつき、破損等はないか。			
		□ソケットにひび割れはないか。			
		□ランプはソケットにしっかりはまっているか。			
		□直付型の場合は、既設の吊ボルト及び電源取出位置を確認しているか。			
		□既設器具との適合をメーカーに確認し、電源ユニットが収まるか、電気的・熱的に問題ないか等の適合可否確認を行っているか。			
		□安定器取り外し、残置の有無（廃棄物処理）を確認したか。			
		□			

表-7.3.13　保守・清掃時の確認〔チェックシート⑥-1/1〕

フロー	区分	確認項目	該当する	該当しない	備考
保守	清掃	□器具の清掃は中性洗剤を用いて、汚れた部分を軽く拭きとっているか。 *※変色、変質、強度低下による破損の原因となるので、シンナー、ベンジン、アルカリ性洗剤で拭かないこと。*			
		□器具本体、ランプの汚れは清掃しても取れない。又は変色している。 *※経年劣化以外の汚れについては調査し、原因を究明して対策を取る。*			
	ランプ交換	□LED ランプはメーカー指定の製品を使用する。 *※他社製 LED ランプは電圧が異なるものもあり、本来の性能が得られない場合がある。*			
		□2 灯用器具の場合、2 本同時交換を奨める。 *※1 本のみの交換では適正な明るさが得られない場合があるので、2 本同時に交換を奨める。*			
		□起動方式により適合ランプが異なるため、器具の表示マークと一致したランプを使用する。			
		□ランプには方向性（極性）があるため。向きを確認して取付ける。			
		□ランプはソケットの奥まで確実に挿入して取り付ける。			
		□ランプ交換時は必ず電源を切ること。			
		□ランプ点灯中や消灯直後はランプやその周辺にさわらないこと。 *※LED ランプは熱を出さないと勘違いし火傷するおそれあるので注意すること。特に放熱板は温度が高い。*			
	使用状況確認	□使用期間の確認（更新後又は新設後　　　　年） *※使用年数 10 年以上は交換を推奨、15 年以上は速やかに交換を行う。*			
		□器具の使用環境に変化はないか。環境は使用条件に適合しているか。			温度 5~35℃ 相対湿度 85%等
		□電源電圧は適合しているか。			定格電圧 ±6%以内
		□分岐回路の絶縁抵抗は規定値以上か。			200V0.2MΩ 100V0.1MΩ
	外観検査	□本体、カバー、パネルに変形、ひび等がないか。			
		□塗装、メッキ面に膨れ、剥離等か錆が出ていないか。			
		□可動部分の動きが鈍くないか。			
		□電線に変色・硬化・ひび割れ・芯線露出等がないか。			
		□器具内に発煙等の跡がないか、又は焦げ臭い匂いがしないか。			
		□器具内に埃の付着、堆積等がある。			
		□器具内の部品に変形、緩み、ガタツキ、脱落等がある。			
		□電線接続部に接触不良等の不具合がある。			

8章　おわりに

LED 照明は省エネルギー、環境性からの社会的ニーズから脚光を浴び、現状の照明環境を大きく変化させる事ができる次世代の照明であり、“あかり”として視環境を作っていた従来の光源から、更に浸透し生活環境に大きな変化をもたらす可能性を持つ光源と言える。例えば、LED 照明はこれまでの一室一灯から多灯分散への変化でエネルギー利用を最適にしながら「あかり空間」を創造でき、併せて調光・調色により時間帯や生活に合わせた「快適なあかりのセレクト」が可能な照明と言える。

現在、LED 照明は脱白熱電球の流れから、蛍光灯、放電灯の代替製品として進んでおり、一部の調査機関では、2012 年中に国内 LED 照明市場が 325 万台、528 億円の規模に成長するという予測もなされており、世界市場においても図-7.1.1 に示すように、最近 5 年間で 3.6 倍の急増を見せている。また、平成 23 年 3 月 11 日の東日本大震災以降の節電、省エネの気運の中、建設業を対象としたアンケート「省エネ・節エネ対応製品に関する関心度レポート：日経アーキテクチャ」の中で、建築主からの問い合わせがあった製品として、LED 照明が 66.8%と一番多く、『LED 照明＝省エネ・節エネ』と関心度の高さが窺える。

また、経済産業省と環境省は両大臣名で、平成 24 年 6 月 13 日に業界団体の「省エネあかりフォーラム」に対して LED 照明などの普及促進に協力する要請する文章が出された。このフォーラムには製造業者のほか、量販店など照明機器の製造・販売にかかわる 84 の企業・団体が加盟しており、業界全体に対して政府の明確な方針が伝わったことになる。文書は、「家庭で多用されている口金 26 型白熱電球等について、省エネ性能に優れた電球型蛍光ランプ・LED 照明等高効率な照明製品への切替えが進むよう、関係団体それぞれの立場で実施することができる取組について、一層の積極的な対応をお願いする。」との協力要請であり、「2012 年内に LED 照明など省エネ性に優れた製品への切り替えを促進し、白熱電球の製造・出荷を終了するように。」との内容であった。これにより家庭のほか店舗やオフィスでも LED 照明の普及が一気に進む可能性が大きくなったと言える。

このような背景の中で、LED 照明が品質面、安全面等からエンドユーザーに安心且つ満足して使用されるようになるためには、施工サイドの責務としては LED に関する正しい情報（知識）を理解し、それを基に工事を施工する事が重要であると考える。

報告書は LED 照明についてその特徴、器具の種類、現状の課題、及び関連法規・規格の動向について記述している基礎編と、施工時の留意点及び注意点を記述している施工編に分かれている。施工編では確固たる方向性を打ち出さず、問題提議で終わっている部分もあるが、普及段階での過渡的な面もあり、止む得ない部分もある。しかし、平成 24 年 7 月 1 日施行の電気用品安全法施行令及び技術基準や日本工業規格の改訂など法規・規格も徐々に整備が進んでおり、標準化に向けては今後逐次整備されて行く法規、法的な技術基準、及び規格・基準等の動向や、メーカーの開発動向、及び市場ニーズ等の情報を組み入れながら、更に検討を加え作業を進めて行く予定である。

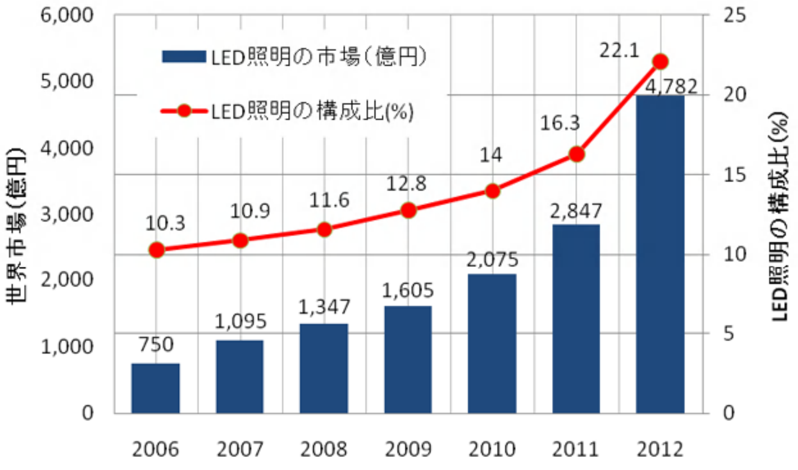


図-7.1.1　LED 照明の世界市場と照明器具中の構成比

参考資料-1

水銀に関する条約の制定について

一般社団法人 日本電球工業会

国連環境計画（UNEP）では、水銀汚染防止に向けた国際的な水銀規制に関する新条約（以降、水銀条約という。）を制定するため、2010 年から政府間交渉委員会（以降、INC という。）を定期的に開催して交渉を推進して参りましたが、このほど 2013 年 1 月 13-18 日にジュネーブで開催された第 5 回会合（INC5）で、水銀条約の条文案が合意されました。

これまで、（一社）日本電球工業会では、環境負荷低減に取り組んできており、省エネ製品の開発普及や水銀などの有害化学物質の使用削減を推進してきています。水銀条約制定に関しても賛成の立場で日本政府への情報提供や INC へのオブザーバー参加など実施して参りました。

今回の合意では、水銀を使用する製品も規制対象となり、ランプに関しては、ある一定以上の水銀量を有するもの等についての製造、輸出及び輸入を禁止する内容となっておりますが、日本電球工業会会員の製造・販売するランプに関しては、すでに自主的な水銀量削減に継続的に取り組んでいることもあり、ほぼすべてのものが規制値以下になっています。

以下に、今回、INC5 で合意されたランプに関する規制内容について紹介いたします。

1. ランプに関する規制内容について

次に該当するランプの製造、輸出及び輸入が、2020 年以降禁止となります。

また、ここに記載のない種類・用途のランプは、規制対象とはなりません。さらに、ご使用中のランプも規制対象にはなりません。

(1) Compact fluorescent lamps (CFLs) for general lighting purposes that are ≤ 30 watts with a mercury content exceeding 5 mg per lamp burner

30W 以下の一般照明用コンパクト蛍光ランプ（CFL）で、水銀封入量が 5 mg を超えるもの

＊コンパクト蛍光ランプには電球形蛍光ランプも含みます。

(2) Linear fluorescent lamps (LFLs) for general lighting purposes;

(a) Triband phosphor < 60 watts with a mercury content exceeding 5 mg per lamp;

(b) Halophosphate phosphor ≤ 40 watts with a mercury content exceeding 10 mg per lamp

一般照明用直管蛍光ランプ（LFL）で、

(a) 60W 未満の 3 波長蛍光体を使用したもので、水銀封入量が 5 mg を超えるもの

(b) 40W 以下のカルシウムハロ蛍光体を使用したもので、水銀封入量が 10 mg を超えるもの

(3) High pressure mercury vapour lamps (HPMV) for general lighting purposes

一般照明用の高圧水銀ランプ（HPMV）

＊メタルハライドランプや高圧ナトリウムランプなどは含みません。

(4) Mercury in cold cathode fluorescent lamps and external electrode fluorescent lamps (CCFL and EEFL)for electronic displays:

(a) short length (≤ 500 mm) with mercury content exceeding 3.5mg per lamp

(b) medium length (> 500 mm and ≤ 1 500 mm) with mercury content exceeding 5 mgper lamp

(c) long length (> 1 500 mm) with mercury content exceeding 13 mg per lamp

電子ディスプレイ用冷陰極蛍光ランプ（CCFL 及び EEFL）で、

(a) 長さが 500 mm 以下の小サイズのもので、水銀封入量が 3.5 mg を超えるもの

(b) 長さが 500 mm を超え 1,500 mm 以下の中サイズのもので、水銀封入量が 5 mg を超えるもの

(c) 長さが 1,500 を超える大サイズのもので、水銀封入量が 13 mg を超えるもの

2. 国内ランプ業界への影響について

日本電球工業会会員各社は、ランプの水銀封入量に関するガイドライン（日本電球工業会ガイド-007「ランプの特定有害物質使用制限ガイドライン」(2011 年 10 月 14 日改正)）を定めて、自主的に減量化に努めて参りました。したがって、現時点では上記(1)、(2)及び(4)については、ほぼすべてのランプが水銀封入量の規制値以下になっていますので、このような内容で水銀条約が発効された場合でも、2020 年以降も、引き続き製造・販売等が可能です。

ただ、上記(3)については、水銀封入量に関係なく禁止になります。これは水銀のみを封入した高圧水銀ランプが対象であり、メタルハライドランプや高圧ナトリウムランプなどは規制対象にはなりません。(3)の規制に関しては、よりランプ効率の高いメタルハライドランプ及び高圧ナトリウムランプ、更には LED 照明への切替えを促進することなどによって対応が可能です。

なお、(1)～(3)については、一般照明用が対象ですので、紫外線ランプやプロジェクター用などの特殊用途は規制対象とはなりません。

以上

なお、経済産業省ホームページ（下記 URL）でも、水銀条約に関する情報公開を実施しています。

http://www.meti.go.jp/policy/chemical_management/int/mercury.html

参考資料-2

2009年7月吉日

＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿様

『直管蛍光ランプ形LED』と弊社照明器具との組み合わせについて

弊社照明器具は、適合する蛍光ランプとの組み合わせを前提に設計・評価し、性能を保証していますので、蛍光ランプの代わりに取り付ける「直管蛍光ランプ形LED」との組み合わせについては、以下の安全上の懸念事項があります。

1. 直管蛍光ランプ形LEDを使用した場合、既存器具の構成部品（ランプソケット、電線など）への電圧、電流が大きく異なり、器具品種によってはストレスの増加となり、故障、異常発熱の恐れがあります。
2. 蛍光ランプやランプソケットはJIS（JISC7601，JISC8324）で寸法が決められ、互換性がありますが、直管蛍光ランプ形LEDはJISの規定がなく、ランプソケットとの嵌合性が十分でない可能性があり、保持不足により接触不良の恐れがあります。
3. 直管蛍光ランプ形LEDは蛍光ランプの重量（約200g弱：40Wの場合）に比べかなり重いため（350g～720g：40Wにて各メーカー資料による）ランプソケット外郭樹脂材料及びバネ材の劣化が促進され、長期使用時、振動などで落下の恐れがあります。
（ランプソケットは蛍光ランプ重量での設計であり、このような重量は想定しておりません。）
4. 直管蛍光ランデ形LEDを使用するには、その品種によっては既存器具の配線変更を伴う必要がありますが、この場合、一旦改造された器具に使用してはならない蛍光ランプやタイプの違う直管蛍光ランプ形LEDが誤って容易に装着される可能性があり、電源短絡や安定器のフィラメント回路短絡などの安全上の懸念が想定されます。
5. 弊社の一般照明器具は4万時間（1日10時間程度のご使用でおよそ10年間）を経ると構成部品が劣化します。直管蛍光ランプ形LEDに変えても、器具トータルの寿命はLED寿命とはならないため、安全上の理由から構成部品の交換が必要となります。

また、直管蛍光ランプ形LED自身もJISで標準化されておらず、電気用品安全法の対象でもないため、安全基準が制定されていません。したがって、この直管蛍光ランプ形LEDの通常使用時の部品不良、長期使用時の安全性（発熱、発煙、発火の有無）も懸念されます。

以上より、照明器具メーカである弊社と致しましては、弊社器具と直管蛍光灯形LED照明器具との組み合わせによるご使用につきましては推奨できず、また、品質保証は致しかねます。

参考資料-3

事故事例等を受けた電気用品安全法の政省令改正について

平成２２年５月
経済産業省製品安全課

1.　改正の経緯

電気用品からの事故未然防止の観点から、近年事故が散見される製品及び今後急速な普及が見込まれる製品である以下の品目について、規制対象化とするための政省令等の改正を行う。

（１）「家庭用テーブルタップコードセット」（仮称）（規制対象として新規追加）
（２）「電気掃除機」（規制対象範囲を拡大）
（３）「リチウムイオン蓄電池」（規制対象範囲を拡大）
（４）「電子発光体ランプ」（仮称）及び「電子発光体照明器具」（仮称）
（規制対象として新規追加）

（１）、（２）、（４）は、独立行政法人製品評価技術基盤機構（NITE）が事故事例等の分析を行い、本来３月に報告書を提出したものである。そのうち（１）、（４）は、電気用品調査委員会（事務局：日本電気協会）で技術基準等の改正案を検討し、本来３月に同委員会が報告書を提出したものである。
（３）については、平成 20 年５月の消費経済審議会製品安全部会において、２年後を目処に追加規制の方向性が示されているものである。
（１）から（４）については、５月 24 日開催された第３回電気用品の安全に関する技術基準等に係る調査検討会（事務局：独立行政法人製品評価技術基盤機構）において審議された。
以上を踏まえ、関連する電気用品安全法の政省令の改正案を作成し、パブリックコメント等所要手続きを経て、本年度中を目処に政省令改正を行う予定。

省略

2.4　「電子発光体ランプ」（仮称）及び「電子発光体照明器具」（仮称）

2.4.1　目的

ここ数年各社から、既存の白熱電球（白熱電灯器具）や蛍光ランプ（放電灯器具）と比べ、高い省エネ性能を有している LED ランプ（LED 照明器具）（別添の写真参照）が相次いで発売されている。
これらの製品は今後急速な普及が見込まれることから（別添のグラフ参照）、新たに特定電気用品以外の電気用品として規制対象とし、事故未然防止を図るべく政省令を改正する。

2.4.2　規制範囲

LED 照明だけでなく有機 EL 照明等の新世代の照明を含めた電子発光体を有する定格電圧が 100V〜300V、かつ、定格周波数が 50 又は 60Hｚのランプ及び照明器具を対象とする。

※　「電子発光体ランプ」について、一般照明用の電球形であって、安定に点灯するための装置を有し、定格消費電力が１ワット以上のものに限る。
※　安定器を内蔵しない「蛍光ランプ」について、最近のインバーター式のものは上記の定格電圧及び定格周波数の範囲外のものがあるので、本改正に伴せて安定器を内蔵しない「蛍光ランプ」をこの範囲から除き、規制対象であることを明確化する。

2.4.3　**技術基準概要**

【共通事項】

既存の電気製品に共通の技術基準（材料、構造、部品及び附属品、消費電力の許容量、雑音の強さ、電圧変動による運転性能、二重絶縁構造、始動特性、漏洩電流測定、表示）を適用する。

【個別要求事項】

省令を改正し、既存の照明（器具）の規準を踏まえ、「電子発光体ランプ」にあっては、口金の耐腐食性、口金のねじり強さ、口金の寸法等、「電子発光体照明器具」にあっては、重量による構造制限、引きひもの強度、絶縁性能等を適用する。また、ＬＥＤ等に特有の長寿特性等を踏まえた性能規定を追加する。

3.　**スケジュール**

- パブリックコメント（30 日間）: 第 2 四半期(予定)
- WTO／TBT 通報（60 日間）: 第 2 四半期（予定）
- 公布 : 今年度第 4 四半期（予定）
- 施行 : 公布から半年後又は 1 年後（予定）

参考資料-4

平成 23 年 7 月 1 日
経済産業省商務流通グループ製品安全課

電気用品安全法施行令の一部を改正する政令について

「電気用品安全法施行令の一部を改正する政令」が本日（7 月 1 日（金））閣議決定されました。
電気用品安全法は、電気用品による危険及び傷害の発生を防止することを目的に、政令で定める電気用品について省令で技術基準を定めています。規制対象となっている電気用品の製造事業者等は、電気用品を国が定める技術基準に適合させること及び販売時には技術基準への適合を示す「PSE マーク」を表示することが義務付けられています。
今般の政令改正においては、LED ランプを電気用品安全法に基づく電気用品として新たに規制対象に追加します。また、電気掃除機及びリチウムイオン蓄電池の規制対象範囲を拡大します。

１．規制対象品目

（１）LED ランプ等について

LED ランプ等が白熱電球等の照明器具の代替として急速に市場に出回りつつあり、また LED ランプ等で実際に事故が発生している点を踏まえ、今般、新たに規制対象とし、「エル・イー・ディー・ランプ」及び「エル・イー・ディー・電灯器具」を新たに規制対象に追加します。

（２）定格消費量が 1 キロワットを超える電気掃除機について

現在、「電気掃除機（定格消費電力が 1 キロワット以下のものに限る)」が規制対象となっていますが、近年、定格消費電力が 1 キロワット超の吸引力の大きい電気掃除機が一般家庭に普及しつつあり、ここ数年、電気掃除機の電源コードが発熱し、消費者が火傷を負う等の事故が目立つようになってきました。このため、定格消費電力が 1.5 キロワット以下のものまで規制対象範囲を拡大します。

（３）特殊な構造のリチウムイオン蓄電池について

リチウムイオン蓄電池の発煙・発火事故が急増したことを受けて、平成 20 年に規制対象としたところですが、特殊な構造のリチウムイオン蓄電池については、事業者による設計変更準備等のための一定の猶予期間（平成 20 年 11 月から 2 年間程度）を設けていました。今般、一定の猶予期間が経過したため、これまで規制対象外とされていた「特殊な構造の蓄電池」を新たに電気用品の規制対象とします。

２．今後の予定

公布：平成 23 年　7 月 6 日（水）
施行：平成 24 年　7 月 1 日（日）

参考資料-5

直管型LEDランプを専用に使用する灯具に対する技術基準要求について

平成24年6月29日
経済産業省商務流通グループ製品安全課

平成24年7月1日から、エル・イー・ディー電灯器具が電気用品に追加されます。
直管型LEDランプを専用に使用するものは、「エル・イー・ディー電灯器具」に含まれます。
直管型LEDランプが使用者によって取り付け、又は取りはずすものにあっては、省令第1項技術基準別表第八　1共通の事項　(2)構造　ラが要求されます。
安全性について実証できないものは、技術基準の適合性の確認ができないので、注意が必要です。この場合は、使用者によって取り付け、又は取りはずすことが出来るものではないものしなければなりません。

○電気用品の技術基準を定める省令（抜粋）
（昭和三十七年八月十四日）
（通商産業省令第八十五号）

別表第八　令別表第1第6号から第9号まで及び別表第2第7号から第11号までに掲げる交流用電気機械器具並びに携帯発電機

1　共通の事項
(2)　構造
ラ　器体の一部を取り付け、又は取りはずすものにあっては、次に適合すること。
（イ）取り付け、又は取りはずしの動作が容易に、確実に、かつ、安全にできること。
（ロ）電球又は放電管の取換え又は清掃のために開閉する部分の締付けは、容易に、確実に、かつ、安全にできること。

参考資料-6

News Release

平成２４年６月１４日

一般照明用電球形ＬＥＤランプ販売業者１２社に対する景品表示法に基づく措置命令について

消費者庁は、本日、一般照明用電球形ＬＥＤランプ（以下「ＬＥＤ電球」という。）を販売する事業者１２社（以下「１２社」という。）に対し、景品表示法第６条の規定に基づき、措置命令（別添１～１２参照）を行いました。
１２社は、一般消費者に供給するＬＥＤ電球について、商品パッケージ等において、「白熱電球６０W形相当の明るさ」等と表示していましたが、実際には、用途によっては比較対照とした一般照明用白熱電球（以下「白熱電球」という。）と同等の明るさを得ることができないものであり、景品表示法に違反する行為（同法第４条第１項第１号（優良誤認）に該当）が認められました。
なお、本件は、公正取引委員会（公正取引委員会事務総局近畿中国四国事務所及び同九州事務所）との合同調査の結果を踏まえ、当庁が措置命令を行うものです。

１．　１２社の概要

――――――――――――省略――――――――――――

２．　措置命令の概要

（１）対象商品

１２社がそれぞれ一般消費者に供給するＬＥＤ電球（計５４商品）

（２）対象表示

１２社は、商品パッケージ等において、対象商品について、白熱電球の４０ワット形又は白熱電球の６０ワット形と同等の明るさを得ることができるような表示をしていた。

――――――――――――省略――――――――――――

（３）実際

ア．日本工業規格（ＪＩＳ）において、白熱電球の４０ワット形の全光束は４８５ルーメン、白熱電球の６０ワット形の全光束は８１０ルーメンと規定されている。

イ．白熱電球は、ほぼ全方向へ配光されるのに対し、ＬＥＤ電球は、現時点においては、下方向（下向きの照明器具に取り付けて用いる場合。以下同じ。）への配光が

強く、上方向及び水平方向への配光が弱い形状のものが多い。このような形状のＬＥＤ電球を、例えば白熱電球の６０ワット形の代替品として、ダウンライト、スポットライト等の上方向及び水平方向へ光が広がる必要性の低い照明器具等に取り付けて用いる場合には、当該ＬＥＤ電球の全光束が白熱電球の６０ワット形の全光束より低くても、下方向の明るさが白熱電球の６０ワット形と同等となる程度の全光束であれば、白熱電球の６０ワット形と同等の明るさを得ることができる。しかし、空間全体を照らすための照明器具等に取り付けて用いる場合には、少なくとも白熱電球の６０ワット形と同等以上の全光束でなければ、白熱電球の６０ワット形と同等の明るさを得ることはできない。

ウ．実際には、対象商品の全光束は、ほとんどが前記アの値を大きく下回るものであり、用途によっては比較対照とした白熱電球と同等の明るさを得ることができないものであった。

――――――――――――省略――――――――――――

（４）１２社に対する命令の概要

ア．１２社が行った前記２⑵記載の表示は、ＬＥＤ電球の内容について、一般消費者に対し、実際のものよりも著しく優良であると示すものであり、景品表示法に違反するものである旨を、一般消費者へ周知徹底すること。

イ．再発防止策を講じて、これを社内に周知徹底すること。

ウ．今後、同様の表示を行わないこと。

参考資料-7

2011年2月吉日

御中

天井材への荷重負担について

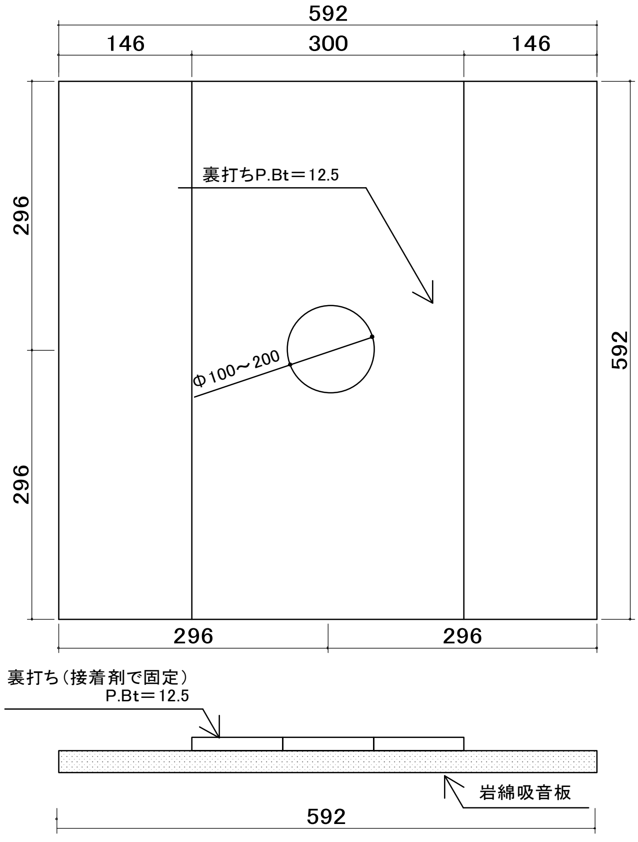
謹啓
　時下ますますご清祥の段、お慶び申し上げます。
平素は弊社商品に格別のご高配を賜り、有り難く厚くお礼申し上げます。
上記の件につきましてご報告申し上げますのでご高承を賜りますようお願い申し上げます。

敬具

　システム天井ハイロッキーＬへの荷重負担は、1kg 未満は補強を施すことで天井材に取付けるようお願いしております。
1kg 以上の場合に関しましては、物の大きさに関係なく直吊り等で天井材に負荷をかけないよう施工をお願いしております。

ご理解の程、宜しくお願い致します。

システム天井向け設備開口補強裏打ち方法



参考資料-8

L 型ピン口金 GX16t-5 規格の交換ユニットを使用した器具改造（例）

7.3.2 項の配光計画フローの中の「D.安定器ユニット交換」で直管 LED ランプユニット（口金 GX16t-5）の交換手順と注意事項を図-1 に、また、図-2 に改造手順図を示す。尚、交換作業により生じた不具合については、既設器具メーカー、交換ユニットメーカー共に保証対象外となるので、施工要領書に記載された手順並びに注意事項を順守して工事に当たる必要があることと、工事引渡時にはメーカーの保証内容※1 についても確認しておくこと。

注記. ※1 例に挙げているメーカーの場合は、商品の保証期間は 1 年間（但し、制御装置については 3 年間）とし、補修用電気部品の保有期間は製造打ち切り後 6 年間としている。

1. 照明器具のチェック

※ 老朽化又は不備のある器具の場合はユニット交換はしない。

- 器具の劣化状況を確認する。特に、ボルト取付部、ソケット取付部、反射板取付部等の劣化状況を確認する。
- 外部配線の劣化状況などを点検、確認する。劣化のままの使用は、感電・火災の原因。
- 交換部品取付時に既存の配線を傷つけないように注意する。
- 器具によっては適合可否判定が必要なものもあるので、事前にメーカーに問い合わせること。

2. 器具の取り外し

- 埋込器具の場合は既設器具の取り外しは不要。

3. 交換部品の取り外し

- 工具を用いて交換部品を取り外す。交換しない他の部品に損傷を与えない。

4. 交換部品の取付

（施工上の注意点）
- 電源ケースの蓋は絶対開けないこと。
- 静電気による故障の原因になるため電線を床に引きずったりしないこと。
- 基板が割れ漏電・火災の原因になるため、接続端子に大きな力を加えない。

（手順と注意点）

① 取付穴の加工
- 既存の穴が使用できない場合は、部品取付位置に必要サイズの穴を加工する。
- 穴加工の際に発生した切粉は地絡で火災の原因になるので確実に除去する。

② 電源、端子台ユニットの取付
- 電源、端子台を取付はタッピングネジ、又はガイド付突起付ネジ+フランジネジで取付ける。（推奨トルク値：0.8～1.2N・m、トルクが強すぎるとネジ穴が破損する恐れがある。）
- タッピングネジを使用する場合は、既存電線・ケーブルを傷つけないように注意する。

③ ソケットの取付

④ 1本ピンソケットの丸型圧着端子の取付
- 1本ピンソケットのリード線先端の丸型圧着端子をタッピングネジ、又はガイド付突起付ネジ＋フランジネジで本体に取付ける。
- タッピングネジを使用する場合は、既存電線・ケーブルを傷つけないように注意する。

⑤ 配線の処理
- ソケットに繋がっている電線は、ソケット台の電線収納部に収納する。
- 器具内配線をコードキープ（同梱）で線処理する。不備があると電線挟み込みによる地絡で感電・火災の原因となるので注意する。
- 器具を取り外した場合はコードキープ（同梱）にて、取付ボルト付近で電線を挟まないように処理する。
- 反射板と本体間で電線を挟み込まないように処理する。

⑥ 注意ラベルの貼付
- 注意ラベル（同梱）はランプ交換時に見える場所に貼り付ける。（反射板等）

5. 器具の取付（器具を外した場合）

- 器具の内部配線を損傷しないように注意して取り付ける。特に、取付ナットなどで電線を傷つけないように注意する。
- 電源の極性確認（特にスイッチ回路がある場合）や接地工事を確実に実施する。不備があると感電・火災の原因になるので注意する。

6. ランプの取付

- ▽マーク付ソケットにランプ1本ピン側に向き合わせて、ランプを取付ける。
- ランプをソケットの奥まで挿入して、確実に取付ける。
- 発光部が照射方向になるように、90° 回転させて取付ける。
- 使用するランプは同一メーカーの適合ランプを使用すること。

7. 施工後の確認

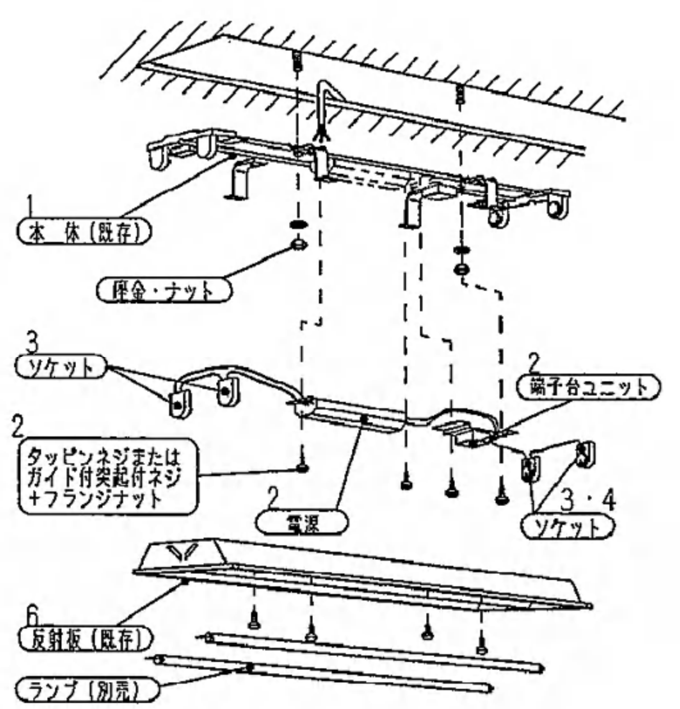
- 点灯確認を実施する。
- 電路の絶縁抵抗を確認する。不備があると感電・火災の原因になる。

8. 工事記録の表示・他

- 交換後の電気部品定格値を記載した表示ラベル（同梱）に、工事業者名、交換日を記入し、既設器具の銘板近傍に貼り付ける。尚、既設器具の銘板をはがしたり、修正はしないこと。
- 保守点検はメーカー指定の「安全チェックシート」に基づき自主点検（1回／年）実施すること。1回／3年には専門業者による点検を行うこと。

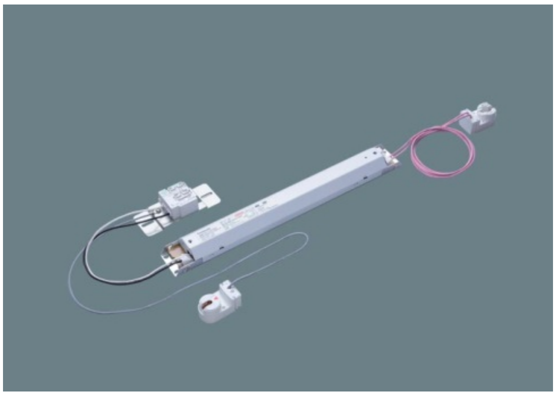
参考文献：パナソニック㈱エコソリューションズ社資料より

図-1　交換ユニットの交換手順と注意事項



参考文献：パナソニック㈱エコソリューションズ社
資料より

図-2　2灯用埋込器具改造手順図



参考文献：パナソニック㈱エコソリューションズ社
カタログより

姿図-1　1灯用交換ユニット

参考資料-9

安全チェックシート（施設用 LED 照明器具用）（案）

- 安全のために 1 年に 1 回は点検をお奨めします。
- 下欄の安全点検項目について点検し、該当する場合は点検結果欄に区分記号で印を記入し、処置手順に従ってください。

安全点検項目			区分	点検年月・点検結果				
				／	／	／	／	／
使用状況・環境	1	使用期間は10年以上である。	B					
	2	使用期間は15年以上である。	A					
	3	ここ2～3故障による取替台数が増えている。	A					
	4	器具の周囲温度が適合使用条件外である。（5～35℃以外）	B					
	5	電源電圧が適合使用条件外である。（94～106%以外）	B					
	6	取付部に常時振動が加わっている。	B					
	7	使用場所に水気・湿気が多い。	B					
	8	使用場所に腐食性ガス（温泉・塩害を含む）、塵埃が多い。	B					
	9	分岐回路の絶縁抵抗は0.2MΩ以下（200V）又は0.1MΩ（100V）である。	A					
照明器具	1	本体、反射板の汚れは、清掃してもとれない。又は変色している。	B					
	2	カバー・パネル等に変形、ひび割れ等がある。	A					
	3	器具内の電線（点灯装置のリード線）に変色・硬化・やせ等がある。	B					
	4	器具内の電線（点灯装置のリード線含む）にひび割れ・芯線露出がある。	A					
	5	塗装・メッキ面等に膨れ、剥離等がある。又は錆びが出ている。	B					
	6	焦げ臭いにおいがする。	A					
	7	漏電ブレーカが動作することがある。	A					
	8	照明器具に発煙・油漏れの形跡がある。	A					
	9	可動部分（開閉箇所、調節箇所等）の動きが鈍い。	B					
	10	器具内部品（点灯装置・端子台等）に著しい変色、変形、ひび割れ、ガタツキ、破損等がある。	A					
	11	器具内に埃の付着、堆積等がある。	B					
	12	電線接続部（端子台・圧着端子等）が接触不良（緩み・抜け等）を起こしている。	A					
	13	器具取付部に変形、ガタツキ、ゆるみ、脱落等がある。	B					

【処置手順】
- ◆ 区分Aが1個でもあれば、調査した照明器具の劣化状態が相当進行しています。危険な状態に至ることがありますので、速やかに交換してください。
- ◆ 区分Bが1個でもあれば、調査した照明器具の劣化状態が進行していることがあります。交換又は継続的に点検してください。
- ◆ 上記点検項目以外でも不具合があれば、工事業者・工事店等の専門業者にご相談ください。

安全上の注意事項

- ◆ 照明器具には寿命があります。設置して 10 年経つと、外観に異常がなくても内部の劣化は進行しています。点検・交換してください。
  - ➢ LED 光源は寿命が来ても、暗くなりますが点灯し続けます。点灯できるからといって継続して使用が可能というわけではありません。
- ◆ 周囲温度が高い場合、連続点灯時間が長い場合などは寿命が短くなります。
  - ➢ 使用条件は周囲温度 30℃、1 日 10 時間点灯が目安です。
- ◆ 3 年に 1 回は工事業者・工事店等の専門業者による点検をお受けください。
  - ➢ 点検せずに長期間使い続けるとまれに火災・感電・落下などに至る場合があります。

LED 照明器具に関する課題と施工標準化の検討報告

（平成 25 年 10 月）

平成 23 年 10 月　　発行
平成 24 年 10 月　　改訂
平成 25 年 10 月　　改訂

著　者　一般社団法人　日本電設工業協会　技術・安全委員会
LED 照明器具取付標準化 WG

発行所　一般社団法人　日本電設工業協会

〒107-8381　東京都港区元赤坂 1-7-8
電　話　(03)5413-2161
F A X　(03)5413-2166
http://www.jeca.or.jp

2013－10　　©　無断転載を禁ず